

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики
Кафедра інформатики, програмної інженерії та економічної
кібернетики**

**МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ
РЕАЛЬНОСТІ В КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМАХ
НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти “магістр”**

Виконала: студентка 2 курсу
Спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Освітньо-професійної програми
«Комп'ютерні науки» другого
(магістерського) рівня вищої освіти
Пулінець Анастасія Юріївна
Керівники: кандидат фізико-математичних
наук, кандидат фізико-математичних наук,
доцент
Кравцов Геннадій Михайлович,
доктор педагогічних наук, професор
Співаковський Олександр Володимирович
Рецензент: кандидат фізико-математичних
наук, професор
Кузьмич Валерій Іванович

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 3D-об’єкти навчального призначення для мобільних пристроїв за технологією unity 3D з використанням технологій доповненої реальності у навчально-виховному процесі	7
1.1 Використання AR технологій у навчально-виховному процесі	7
1.2 Технологія Unity 3D	9
1.3 Проектування програмних модулів з використанням віртуальної та доповненої реальності	10
РОЗДІЛ 2 Проектування та розроблення 3D-об’єктів навчального призначення для мобільних пристроїв з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності	24
2.1 Проектування 3D об’єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення	24
2.2 Розробка бібліотеки 3D об’єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення	25
2.3 Створення програмного забезпечення візуалізації навчальних процесів в електронному підручнику	27
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	40
ДОДАТКИ	47
Додаток А	47

ВСТУП

ІТ технології швидко розвиваються, розповсюджуються, вдосконалюються та заповнюють наше повсякденне та професійне життя. Сьогодні великої популярності та зацікавленості серед молоді та молодих вчителів, і не тільки, набирають імерсійні технології – це так зване повне або часткове занурення до віртуального світу, який дуже схожим (не обов'язково) на справжній, навколишній світ. До таких технологій [1] входять:

- RR (real reality) — це об'єктивна реальність, яка не потребує жодних технологій, ми в ній знаходимося, ми її сприймаємо органами почуттів, вона не потребує жодного технічного спорядження чи додаткових пристроїв, чи програмного забезпечення.
- VR (virtual reality) — віртуальна реальність, вона є повністю змодельована по шаблону дійсності з використанням сучасних, останнього покоління, технологій. Це може бути 3D або 360 сцени (прокрутка зображень на 360 градусів), звук, тактильні відчуття окрім цього можуть бути навіть запахи.
- AR (augmented reality) — це доповнена реальність. Ми можемо додавати в нашу реальну дійсність так звані елементи віртуальної, змодельованої реальності.
- MR (mixed reality) — переводиться, як змішана реальність. По великому факту - це VR з деякими елементами RR. Або AR із можливим застосуванням Hololens.
- XR (extended reality) — це розширена реальність, так загально називають AR- і VR-технологій.
- 360-фото, відео — це контент, що складається з однієї 360 градусів — або декількох зшитих фото та відеозаписів. Поширені також 360 градусів -трансляції.

Подібні технології згодом можуть повністю або частково замінити або вплинути на звичні нам методи навчання, адже вони мають змогу глибше вивчити предмет, можуть розглянути об'єкт вивчення з середини, детально розглядаючи кожну деталь. Зараз наведемо декілька суттєвих факторів які точно йдуть на користь доповненої та віртуальної реальності. [2] :

- Наочність – завдяки цьому можна без перешкод та небезпеки для життя вивчити та розглянути будь-який об'єкт або процес;
- Зосередженість – це означає, що у віртуальному середовищі людина щонайменш не відволікатиметься на різні зовнішні подразники, вона буде повністю фізично занурена до роботи, в процес навчання

та аналізу, що в свою чергу дасть змогу повністю зосередитися на матеріалі;

- Максимальне залучення – коли учень використовує подібні технології, він за допомогою імерсійних технологій може повністю контролювати, впливати та змінювати сценарій подій. В учнів з'являється можливість, а головне бажання, розглянути сонячну систему на відстані протягнутої руки, або провести експеримент з хімії чи фізики без шкоди собі та людям навколишнім і середовищу, чи слідити за популяцією, життям, розвитком дикого африканського лева в савані не виходячи з класу;
- Безпека – звісно це один з ключових факторів, безпека понад усе, адже можна провести складну операцію, також розробити небезпечний дослід з хімічними чи фізичними речовинами не завдавши нікому ніякої шкоди;
- Результативність – як показує практика, дослідження когнітивних функцій а також мозкової активності показали що в учнів з використанням доповненої та / або віртуальної реальності кращі навчальні результати, ніж в учнів без них.

Актуальність використання AR в середній школі при вивченні широкого кола дисциплін для:

- Візуалізації моделей систем та процесів,
- Деталізації представлення властивостей складних об'єктів,
- Візуалізація абстрактних об'єктів,
- Проведення віртуальних екскурсій та подорожей, і тому подібне.

Додаток з використанням доповненої та віртуальної реальності - це нова система, яка повністю або частково замінює існуючі методи викладання в навчальних закладах. Використовуючи віртуальну та доповнену реальність можна глибше зрозуміти предмет. Нові технології дозволять не лише яскраво та захоплююче вивчати теоретичний матеріал, але й закріплювати його на практиці. Наприклад, на уроках біології за допомогою віртуальної реальності можна вивчати будову живого організму з середини, спостерігати за розмноженням інфузорії-туфельки не на картинках підручника, а з використанням VR-технології. На уроках з хімії чи фізики учні матимуть змогу проводити досліди, які не представлятимуть загрози ні учню, ні оточуючим. Крім того, такий підхід у навчанні підвищить зацікавленість, увагу, зосередженість на предметі, учні краще запам'ятовуватимуть матеріал

Мета кваліфікаційної роботи полягає в наступному: спроектувати та розробити 3D-об'єкти навчального призначення для мобільних пристроїв з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності.

Об'єкт дослідження кваліфікаційної роботи: програмне забезпечення навчального призначення в освітніх закладах.

Предметом дослідження моєї дипломної роботи є методи та технології віртуальної та доповненої реальності в комп'ютерних програмах навчального призначення.

Завдання:

- Розглянути літературу на предмет використання існуючих програмних засобів навчального призначення в освіті;
- Розглянути програмні реалізації віртуальної та доповненої реальності;
- Дослідити можливості використання AR технологій у навчально-виховному процесі;
- Набути умінь програмування за допомогою технології Unity 3D;
- Спроекувати програмні модулі з використанням віртуальної та доповненої реальності;
- Спроекувати 3D об'єкти віртуальної та доповненої реальності навчального призначення;
- Розробити бібліотеки 3D об'єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення;
- Створити програмне забезпечення візуалізації навчальних процесів в електронному підручнику.

Методи дослідження: під час роботи було використано емпіричні та теоретичні методи дослідження:

1. Порівняння – нами було порівняно різні підходи до моделювання та проектування системи для використання доповненої та віртуальної реальності в освітньому процесі.
2. Експеримент: перед тим, як почати проектувати та розробляти 3D об'єкти для системи доповненої та віртуальної реальності – було проведено ряд експериментів, що підтвердилися законами фізики, на основі яких і будувалися в майбутньому об'єкти та моделі
3. Матеріальне моделювання (математично подібні моделі): нами досліджувалися моделі, які мали подібні аналоги в реальному житті та які можна було перевірити експериментально.

Наукова новизна одержаних результатів: результати проведеного опитування показали, що використання даної технології в освітньому процесі значно покращує загальні показники успішності учнів. Збільшує увагу та зосередженість навчаючого, надає більше можливостей для кращої деталізації моделей на уроці.

Практичне значення одержаних результатів: результати показали, що додаток містить недостатньо моделей для повноцінного використання його в освітньому процесі, проте якщо знехтувати цими цифрами,

програмне забезпечення являє собою гнучку платформу, яку можна й надалі вдосконалювати та наповнювати багатьма новими моделями. Щодо самого програмного забезпечення – воно у майбутньому може покращити роботу вчителям, адже за допомогою нього можна демонструвати роботу моделей, які в реальному житті складно відтворити на уроках. Наприклад роботу атомного реактора, або розпад клітин. Подібні технології здатні покращити увагу учнів, збільшити їх зацікавленість, сприяти розвитку уяви та логічного мислення. Також можна автоматизувати перевірку знань, що значно прискорить час оцінювання роботи навчаючого в освітньому закладі. Результати опитування показали, що вчителі будь-якої спеціальності можуть використовувати дане програмне забезпечення на своїх заняттях в школі. Якщо взяти урок математики – це може бути віртуалізація таких моделей, як трикутники, прямокутники піраміда, паралелепіпед. На уроках фізкультури можна буде розглянути структуру м'язів людини та кісток. На уроках хімії можна робити досліди, і вони будуть цілком та повністю безпечними для учня, для навколишньої середовища та вчителя, окрім того це зберігає бюджет шкільного закладу, адже не треба буде купувати реактиви для проведення дослідів. На уроках з фізики можна детально подивитися роботу двигуна з середини. На уроках географії можна відвідати альпійські гори та вивчити всі країни світу.

Апробація результатів дослідження: результати випускної роботи ввійшли в доповідь на 16 Міжнародній конференції ICTERI 2020, 06 – 10 жовтня 2020, прийнята до публікації стаття «Interactive Augmented Reality Technologies for Model Visualization in the School Textbook» в видавництві Ceur-WS з індексацією в базі даних Scopus.

В доповіді наглядно було розглянуто питання використання таких імпреативних технологій, як AR та VR в освітньому процесі.

РОЗДІЛ 1

3D-ОБ'ЄКТИ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ UNITY 3D З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Використання AR технологій у навчально-виховному процесі

Технологія доповненої реальності пропонує безліч можливостей для навчального процесу. Комп'ютеризація навчального процесу є потужним інтегратором інформації у всіх галузях знань. Сучасна реалізація цієї технології часто виглядає так: перед веб-камерою, підключеною до комп'ютера, розміщується спеціальне маркувальне зображення. Це може бути 2D-зображення, надруковане на простому аркуші паперу. Спеціальна програма, яка працює на комп'ютері, аналізує отримане камерою зображення і доповнює його віртуальними об'єктами на екрані (Рисунок 1.1)

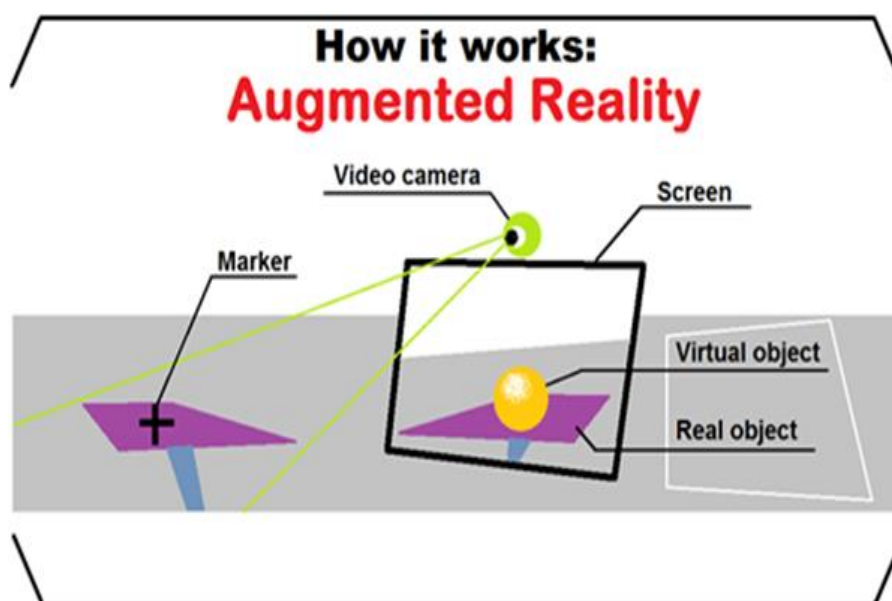


Рисунок. 1.1 - Модель доповненої реальності

Звідси і назва технології - «доповнена» або «збагачена» реальність. Теоретично все виглядає дуже просто, але на практиці робота системи AR досить складна. Комп'ютер повинен виконувати такі операції майже в реальному часі. Спочатку шукайте спеціальний маркер у кадрі, який вказує на те, що віртуальний об'єкт повинен бути вставлений у зображення. По-друге, розпізнати маркер, зрозуміти, з яким віртуальним об'єктом він пов'язаний. Але цього недостатньо: комп'ютер також повинен визначити, в якому положенні знаходиться маркер (як він орієнтований щодо користувача). Після отримання та обробки цієї інформації система вставляє відповідний тривимірний об'єкт у реальне

зображення, що відображається на екрані. Крім того, тривимірний віртуальний об'єкт правильно розміщений по відношенню до маркера і взаємодіє з ним відповідно до встановлених правил. Наприклад, його гортають разом із маркером, надрукованим збоку журналу. Будь-який предмет або зображення може виступати в ролі маркера, хоча маркер часто робиться висококонтрастним і легко помітним для полегшення розпізнавання.

Перемога над новими інформаційно-комунікаційними технологіями в галузі інформатики дає змогу скоротити навчальний процес, пришвидшити передачу знань та інформації та покращити якість нової інформації.

Візуалізація навчального матеріалу полегшує його сприйняття та засвоєння. Інформатика - це наука, яка вимагає ілюстрації теоретичного матеріалу. Правильно підібрана демонстраційна версія допоможе вам краще зрозуміти різні процеси та техніки. Звичайні двовимірні зображення класичних підручників, посібників та монографій не дають повного уявлення про структуру та тип тієї чи іншої діяльності. В даний час для ефективного вивчення інформатики доцільно використовувати численні демонстрації, які неможливі без використання мультимедійних презентацій, Інтернет-ресурсів та програм доповненої реальності.

Розширена реальність (AR) дає змогу максимально візуалізувати об'єкт (комп'ютерна структура, візуалізація процесу, створення та обробка алгоритмів у реальному та розширеному середовищі), тобто переводити 2D-зображення в 3D та "анімувати" їх. Завдяки тому, що AR дозволяє візуалізувати інформацію, показати сприйняття форми і не витратити час та пізнавальні зусилля на її інтерпретацію [26].

Використання такого ІКТ-інструменту під час вивчення нового матеріалу дає можливість поліпшити просторову уяву учнів, «побачити» та краще зрозуміти матеріал, який вони почули в класі, що сприяє кращому засвоєнню та формуванню певних практичних навичок. Цей метод ефективний при вивченні таких розділів, як "Алгоритмізація", "Інформація", "Моделювання", "Інформатизація суспільства".

Тому під час вивчення курсу «Алгоритмізація» студенти беруть до уваги готові моделі алгоритмів та програм для більш наочного та просторового сприйняття інформації.

Під системою ми розуміємо упорядкований набір взаємопов'язаних елементів електронних освітніх ресурсів, форм і засобів планування і реалізації, моніторингу, аналізу та коригування освітнього процесу з метою підвищення ефективності навчання студентів.

У системі навчання за допомогою VR та AR ми використовуємо такі форми, пристосовані для дистанційного навчання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, а саме (Рисунок 1.2):

- Лекції (lectures);

- навчальний посібник (training manual);
- лабораторні роботи (laboratory works);
- тестування (testing);
- лекційні відеоролики (lecture videos);
- практичні завдання (practical tasks);
- глосарій (glossary);
- презентації (presentations).

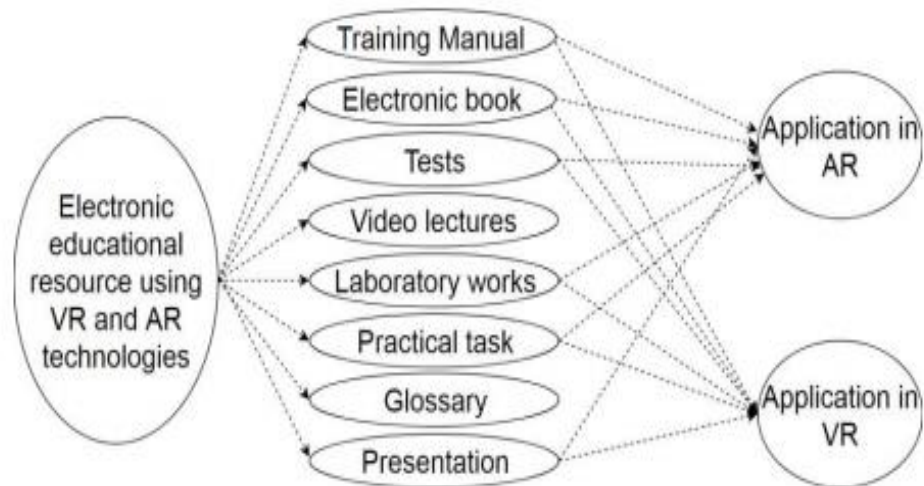


Рисунок 1.2 - Форми, пристосовані для дистанційного навчання

1.2 Технологія Unity 3D

Unity — багатоплатформовий інструмент для розробки дво- та тривимірних додатків та ігор, що працює на операційних системах Windows і OS X. Створені за допомогою Unity застосунки працюють під системами Windows, OS X, Android, Apple iOS, Linux, а також на гральних консольях Wii, PlayStation 3 і Xbox 360.

Є можливість створювати інтернет-додатки за допомогою спеціального під'єднуваного модуля для браузера Unity, а також за допомогою експериментальної реалізації в межах модуля Adobe Flash Player. Застосунки, створені за допомогою Unity, підтримують DirectX та OpenGL.

Технічні характеристики:

- Ігрова логіка пишеться за допомогою C#, раніше також була можливість використовувати Boo та JavaScript, але розробники відмовились від їх підтримки.
- Ігровий рушій повністю пов'язаний із середовищем розробки. Це дозволяє випробовувати гру прямо в редакторі;
- Робота з ресурсами можлива через звичайний Drag&Drop.
- Підтримка імпортування великої кількості форматів файлів;
- Вбудований генератор ландшафтів;

- Вбудована підтримка мережі;
- Інтерфейс редактора дуже гнучкий, є можливість писати свої вікна редактора та різноманітні розширення для нього.

Існує рішення для спільної розробки — Asset Server. Також можна використовувати зручний для користувача спосіб контролю версій. Наприклад, SVN або Source Gear;

1.3 Проектування програмних модулів з використанням віртуальної та доповненої реальності

Під системою навчання з використанням AR ми розуміємо упорядкований набір взаємопов'язаних елементів електронних освітніх ресурсів, форм і засобів планування і проведення, моніторингу, аналізу, корекції навчального процесу, спрямованих на підвищення ефективності навчання студентів.

Інтерактивна технологія дає можливість інформаційної комунікаційної системи навчання варіативно реагувати на дії користувача в активному режимі. Основною метою такої моделі навчання є активне залучення учнів в освітній процес.

Термін «зображення тригера» буде розумітися як будь-яке зображення на сторінках електронного підручника, яке має властивості тригера для мобільного застосування і дозволяє відображати елементи доповненої реальності на пристрої.

Віртуальний об'єкт - це тривимірний об'єкт, який відображається і використовується в мобільному додатку для демонстрації його властивостей в AR.

Розглянемо систему навчання з використанням інтерактивних технологій доповненої реальності, що складається зі звичайного друкованого шкільного підручника, що містить текстову інформацію певної предметної області, яка ілюструється малюнками або фотографіями (Рисунок 1.3).

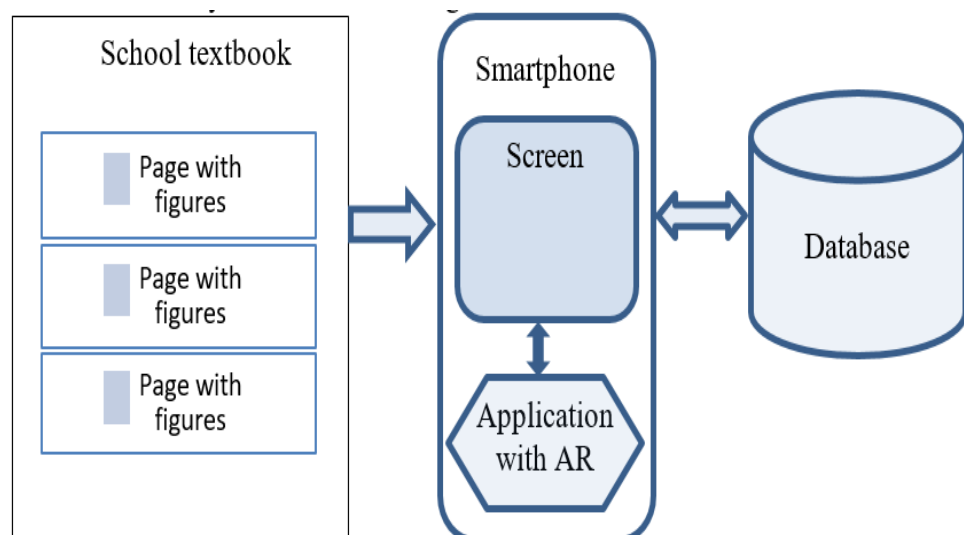


Рисунок 1.3 - Модель навчальної системи з використанням AR

Додаток для навчання з AR зазвичай складається з наступних компонентів (Рисунок 1.4.):

- “Довідка” (інструкції до цього додатка),
- “Вихід” (вихід із програми),
- “Переглянути об’єкт” (з’являється екран камери для сканування тригера).
- “Рівні” (відкриває екран для вибору рівня сценарію),
- “Рівень” (відкриває вибраний рівень).

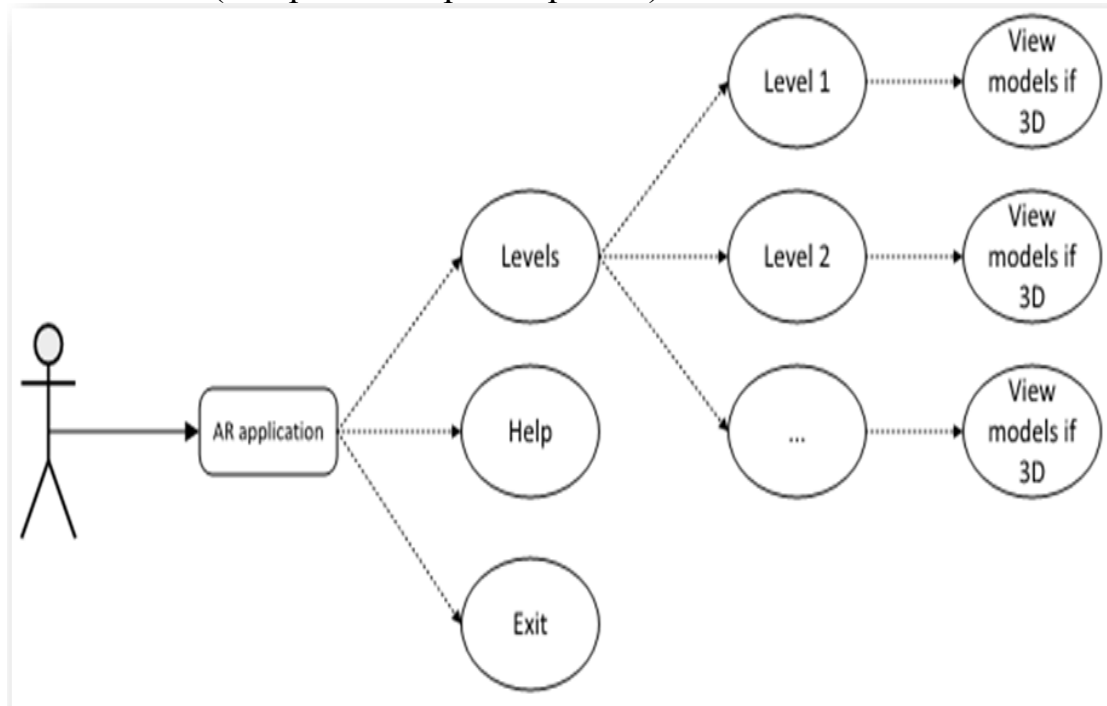


Рисунок 1.4 - Use case для AR-додатку

У користувача має бути спеціальне програмне та технічне обладнання для повноцінного навчання з використанням технології доповненої реальності на заняттях в школі або домашній підготовці вдома. Ввійшовши до додатку користувач бачить три пункти меню, це «Рівні», «Допомога» та «Вихід».

Почнемо з останнього. Пункт «Вихід» передбачає повне завершення роботи додатку, вихід з нього та припинення будь-яких фонових операцій пов’язаних з цим додатком, збереження основних та додаткових функцій очищення кешу і т.д. Пункт «Допомога» означає, що користувач в разі незнання чи нерозуміння інтуїтивного інтерфейсу завжди може скористуватися інструкцією по використанню даного додатку з відео та фото ілюстраціями, а також детальним текстовим описом всіх функцій та елементів додатку з покроковими вказівками до кожного елементу програми. Наступний пункт «Рівні» являється головним пунктом цього додатку та містить підпункти «Рівень 1», «Рівень 2» і т.д. в залежності від кількості рівнів. Пункти «Рівень 1», «Рівень 2» і т.д. в свою чергу являються підпунктами пункту «Рівні». Кожен з вище перерахованих рівнів може нести за собою різні значення, наприклад це

можуть бути класи, з першого по одинадцятий. Або ж це можуть бути теми уроку: «Тема 1», «Тема 2», «Тема 3». Окрім всього вище перерахованого це ще можуть бути предмети, тобто «математика», «фізика», «хімія» і т.д. Унікальність такого розташування елементів заключається в тому, що вони можуть компонуватися між собою як рівень та підрівні. Нариклад рівень «Математика» та підрівні «Перший клас», «Другий клас», «Третій клас» і т.д. Або ж навпаки, рівень може містити назву «Перший клас», а підрівні відповідно будуть «математика», «фізика», «хімія» і таке інше. Останнім елементом всієї структури виступає пункт «3D Модель». Це сама складна та цікава частина додатку, в ній закладається основна суть та ідея додатку для телефона. Модель полягає в детальному огляді тієї чи іншої конструкції. Для того, щоб модель спрацювала, потрібно тригерне зображення. Користувач може готову модель прокрутити та подивитися з різних боків, може збільшити чи навпаки зменшити, може інтерактивно впливати на неї, це дає змогу краще зрозуміти систему роботи механізму.

На діаграмі активності (Рисунок 1.5) ми можемо прослідкувати за логічною послідовністю виконання команд в программі:

1. Користувач відкриває додаток на своєму пристрої
2. Користувач обирає пункт для подальшої роботи з додатком доповненої та віртуальної реальності.
3. Система перевіряє обраний користувачем пункт, якщо це «Допомога» - відкривається вікно з детальними інструкціями щодо застосунку.
 - a. Користувач після детального ознайомлення з інструкцією натискає кнопку «закрити» для виходу з пункту «Допомога» й повертається до головного меню, де в нього знову з'являється вибір пунктів
4. Якщо ні, система робить наступну перевірку – це пункт «Рівні»?
5. Якщо так – система відкриває вікно з рівнями.
 - a. Користувач має вибір серед рівнів
 - b. Після обраного рівня з'являється наступне вікно з обраним рівнем
 - c. Користувач може натиснути кнопку «закрити» та повернутися до головного меню
6. Якщо ні – система автоматично розуміє, що користувач натиснув кнопку «Вийти».
7. Користувач вийшов з додатку. Система зупинила роботу.

Діаграма демонструє повний цикл життя додатку з боку користувача з усіма можливими варіантами розвитку подій. Інтерфейс є інтуїтивно зрозумілим

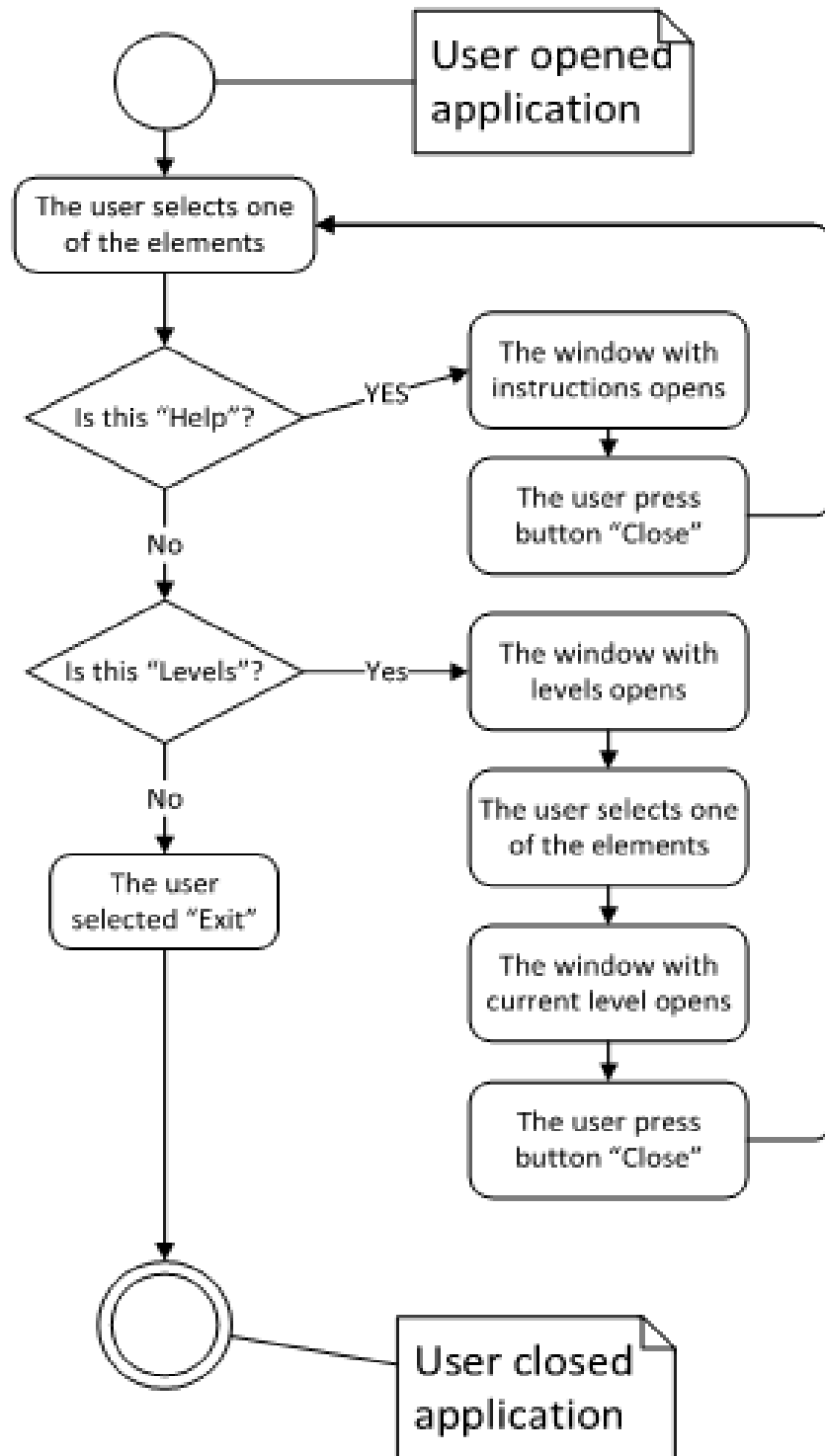


Рисунок 1.5 - Activity діаграма для додатку AR

Система демонстрації виконання лабораторних робіт у віртуальній реальності складається з таких елементів (Рисунок 1.6): VR шолом, мобільний пристрій, додаток для демонстрації виконання лабораторних робіт.

Система демонстрації елементів лабораторних робіт в AR складається з таких елементів (Рисунок 1.7): підручник, зображення тригера, мобільний пристрій з камерою, додаток для демонстрації елементів лабораторної роботи в доповненій реальності.

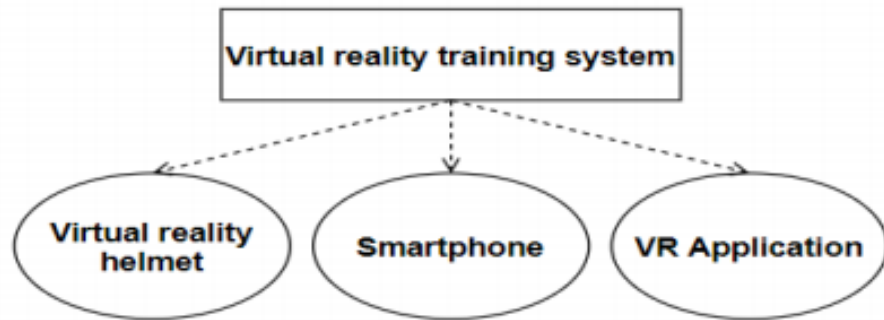


Рисунок 1.6 - Елементи віртуальної реальності

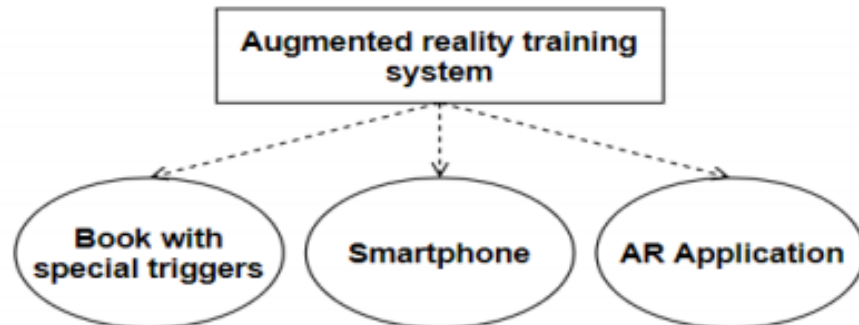


Рисунок 1.7 - Елементи доповненої реальності

В обох системах (віртуальна та доповнена реальність) слід вказати, що версія смартфону має бути обов'язково не менше ніж 4.2. Тригери в підручнику мають бути гарної якості та без зовнішніх додаткових елементів, які не являються частиною малюнка. В навчальному закладі обов'язково має бути швидкісний та якісний інтернет, адже додаток буде поєднаний з інтернет-хмарою для зберігання там усі можливих моделей, щоб не займати зайве місце в пам'яті телефона.

Категорії системи (Рисунок 1.7) - перший рівень категорій – класи. Класи розподіляються від 1-го до 11-го. Наступний рівень – предмети, які викладаються в конкретно заданому класі, наприклад біологія, хімія, фізика...якщо це початкова школа – 1-4 класи – то природознавство, малювання, читання. Наступний рівень – категорії з темами - вступний урок, 2-а тема, 3-я тема... Кожна тема містить набір 3D-об'єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення, лабораторні роботи (якщо такі є) для закріплення та перевірки матеріалу.

Діаграма являє собою зразок, один з варіантів використання додатку. Назви рівнів можуть бути іншими та логічний зв'язок вони можуть нести різний. Це залежить від вподобань навчального закладу та або окремого класу, який може вирішити з класним керівником це питання. Така гнучкість системи є зручною та підходить для кожної моделі подачі уроку. Це є значною перевагою нашого програмного забезпечення над іншими конкурентними подібними системами. Отже для доповненої релальності потрібен смартфон, підручник, програма.

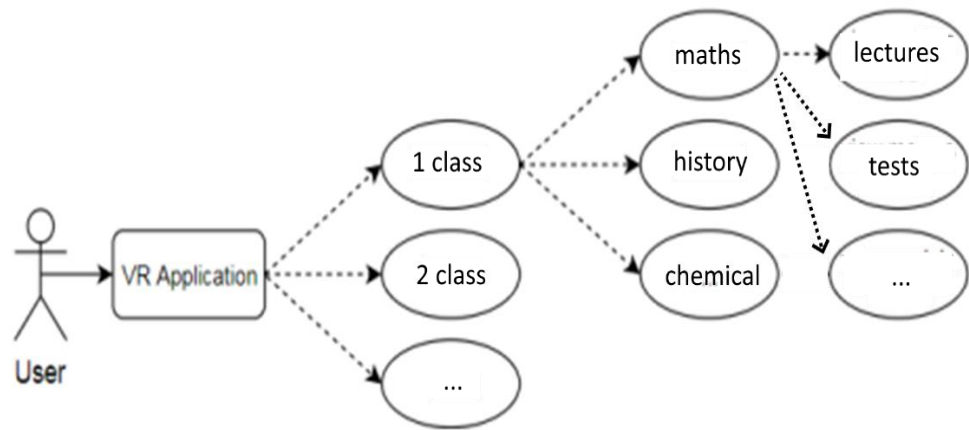


Рисунок 1.7 - Категорії системи віртуальної реальності

Розглянемо класи, функції та характеристики користувачів:

1. Вчитель - викладає в школі певний предмет. Має доступ до об'єктів VR та AR, щоб використовувати їх на своїх уроках.
2. Учень - вивчає предмети з допомогою VR та AR
3. Адміністратор - має доступ до всіх 3D об'єктів та класів. Може додавати нові об'єкти та видаляти старі. Може надавати та закривати доступ до певних об'єктів

Для вчителів надані наступні можливості у користуванні з додатком:

- Відкрити чи закрити доступ до будь-яких видів робіт (лекція, лабораторна робота, самостійна робота, домашня робота, контрольна робота, практичне заняття) для учнів.
- Перегляд (лише перегляд) оціночних результатів виконаних учнем робіт (оцінку програма сама виставляє).

Для учнів представлено ряд функціональних можливостей, якими ті можуть користуватися під час роботи з системою :

- Перегляд та виконання усіх доступних видів робіт (лекція, лабораторна робота, самостійна робота, домашня робота, контрольна робота, практичне заняття).
- Перегляд (лише перегляд) оціночних результатів виконаних власних робіт.

Для адміністратора перелік функціоналу програми дещо відрізняється та має ряд переваг:

- Доступ до усіх класів. Можливість додавати, редагувати, видаляти класи.
- Доступ до усіх об'єктів (лекція, лабораторна робота, самостійна робота, домашня робота, контрольна робота, практичне заняття). Можливість додавати чи видаляти об'єкти.

Слід зауважити, що мова програмного продукту має бути

державною, окрім того має бути ще англійський варіант.

Документація для користувачів:

- Система має містити інструкцію з користування, інструкцію з вимогами до користувацького ПЗ для максимально ефективної роботи
- При першому доступі користувача до системи та надалі за вимоги користувача система має включати інтерактивну навчальну програму, що дозволяє користувачам пройти навчальний курс з користування системи.

Загальна характеристика можливостей користувачів (Рисунок 1.8):

- Адміністратор може створювати нові об'єкти, переглядати, змінювати їх, видаляти.
- Викладач може переглядати об'єкти.
- Учень може переглядати об'єкти.

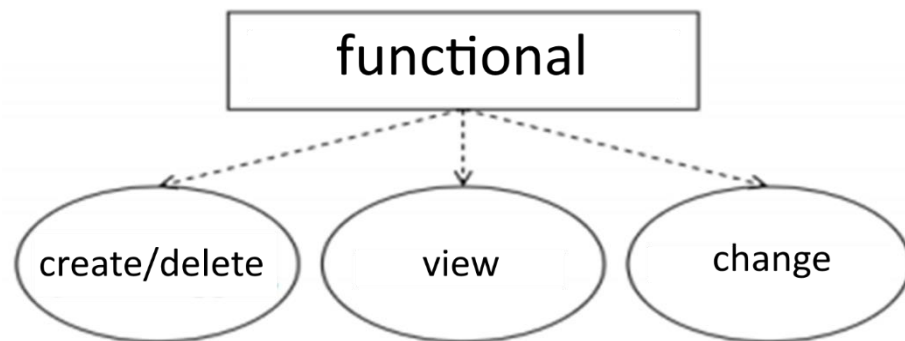


Рисунок 1.8 - Функціональність систем доповненої та віртуальної реальностей

Кожен учень має створити особистий кабінет в додатку. В кабінеті відобразатимуться пройдений матеріал, оцінки за лабораторні роботи, матеріал відкритий у доступі. Для реєстрації необхідно ввести спеціальний код, який генерує програма автоматично під час створення в бази нового учня (схоже на ІД).

Адміністратор сам створює учнівську базу, додає кожного учня, прописує прізвище, ім'я, дату народження, поле «Ключ» залишається невидимим, адже створюється програмою автоматично. Отримати цей код можна у класного керівника. Код необхідний для уникнення навмисних чи випадкових помилок користувацького вводу, щоб кожен учень навчався в своєму класі.

Адміністратор повністю підтримує роботу додатку, слідкує за працездатністю кожної з моделей, при необхідності надає консультацію учням та працівникам навчального закладу. В разі випадкового видалення якоїсь моделі або учня з бази, чи класу – він може відновити необхідну інформацію.

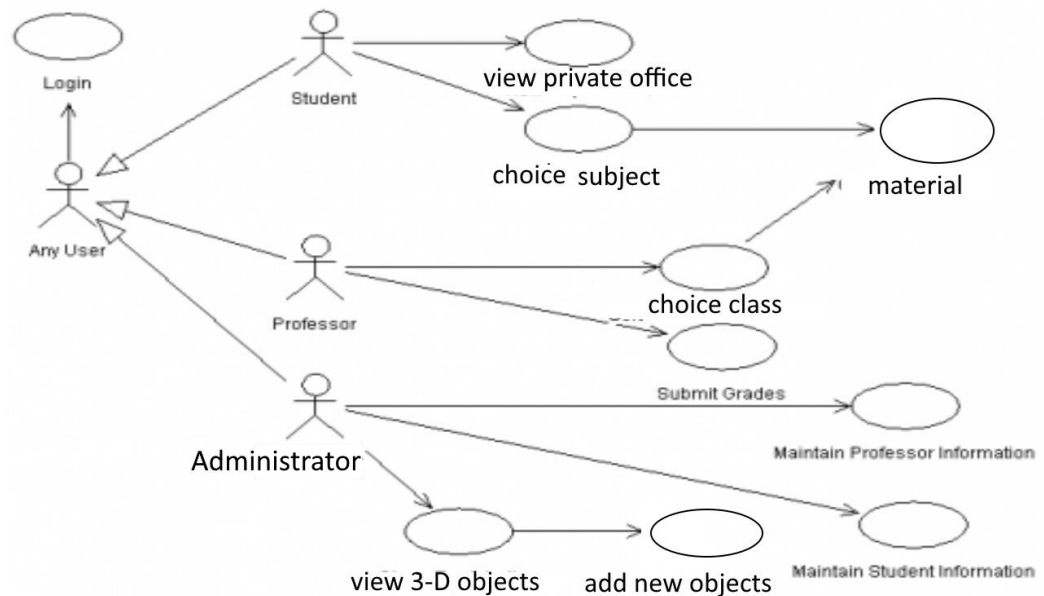


Рисунок 1.9 - Діаграма доступу до систем доповненої та віртуальної реальностей

Розглянемо інтерфейси користувачів в системі навчального призначення з використанням доповненої та віртуальної реальностей.

Є три типи користувачів, і відповідно три рівні доступу до системи. Кожен рівень відрізняється один від одного. Отже маємо адміністратора, вчителя, учня.

Адміністратор (Рисунок 1.12)

- Сторінка реєстрації/авторизації
- Сторінка з об'єктами для перегляду, редагування, видалення, додавання, відкриття/закриття доступу
- Сторінка з класами для перегляду, редагування, видалення, додавання
- Сторінка з учнями для перегляду, редагування, видалення, додавання
- Сторінка із завданнями для контролю знань для перегляду
- Сторінка з результатами контролю знань кожного учня для перегляду, друку

Вчитель (Рисунок 1.11)

- Сторінка реєстрації/авторизації
- Сторінка з об'єктами для перегляду, відкриття/закриття доступу для учнів
- Сторінка з класами для перегляду
- Сторінка з учнями для перегляду
- Сторінка із завданнями для контролю знань для перегляду
- Сторінка з результатами контролю знань кожного учня для

перегляду, друку
Учень (Рисунок 1.10)

- Сторінка реєстрації/авторизації
- Сторінка з об'єктами для перегляду
- Сторінка зі своїм класом для перегляду
- Сторінка із завданнями для контролю знань для перегляду, проходження
- Сторінка з результатами контролю знань кожного учня для перегляду, друку

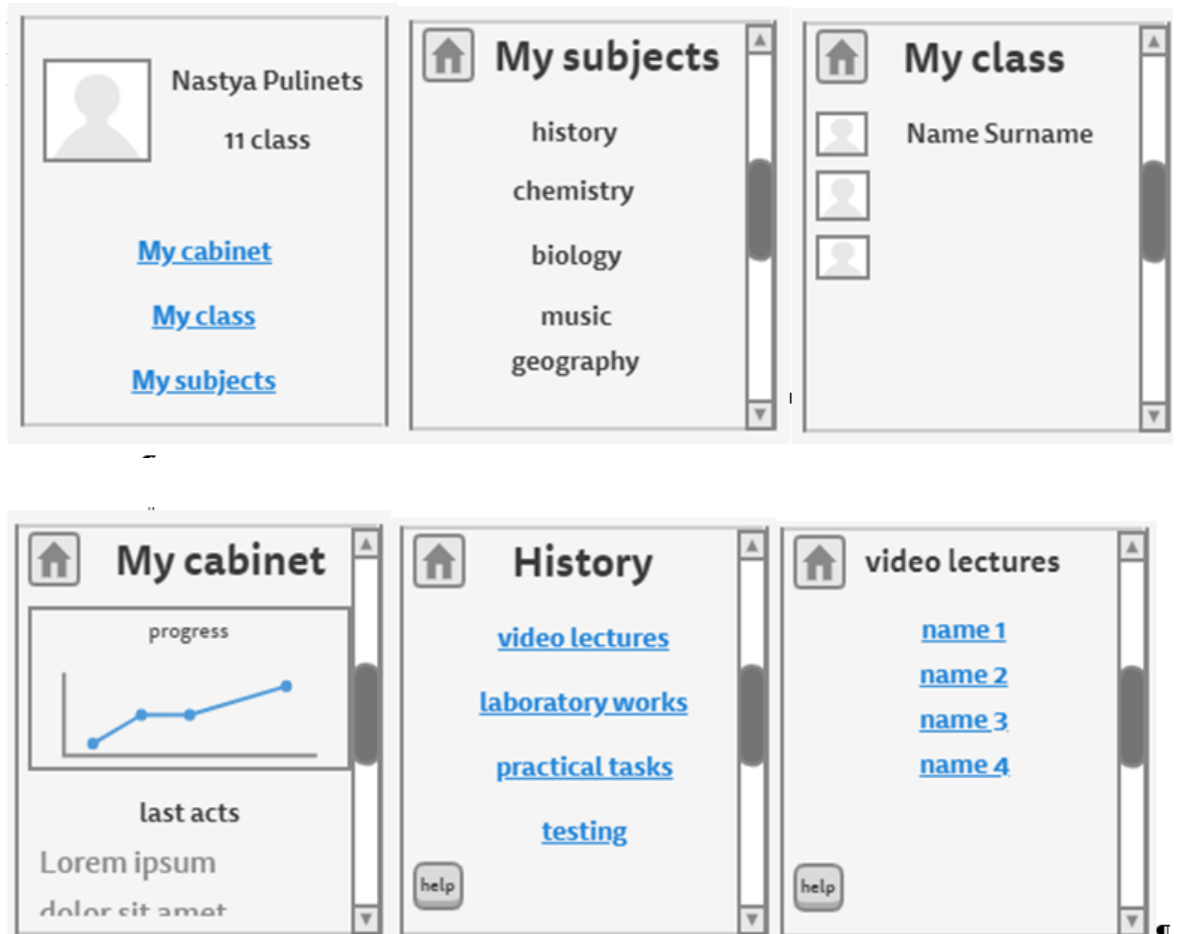


Рисунок 1.10 - Прототип користувача «Учень»

Рисунок 1.11 не відрізняється від прототипу користувача «Учень» окрім сторінки «My class», в ній буде класифікація усіх класів, в яких викладає вчитель, з можливістю перегляду учнів. Тобто, йде сторінка «Класи», в ній будуть категорії «підкласи», і в кожній категорії буде прізвище та ім'я учня, який навчається в обраній категорії класу. Окрім цього буде також аватар, який можна змінювати в залежності від вподобань учня.

Наступний прототип (Рисунок 1.12) відрізняється тим, що у вкладці «My class» та «My subjects» додається функціонал для додавання, видалення, редагування інформації.

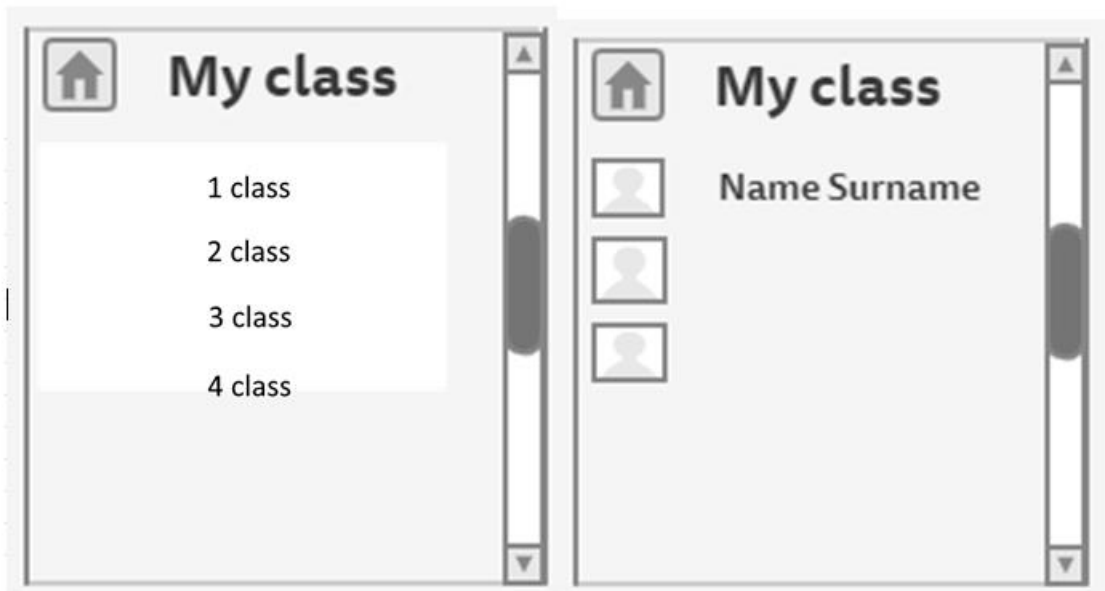


Рисунок 1.11 - Прототип користувача «Вчитель»

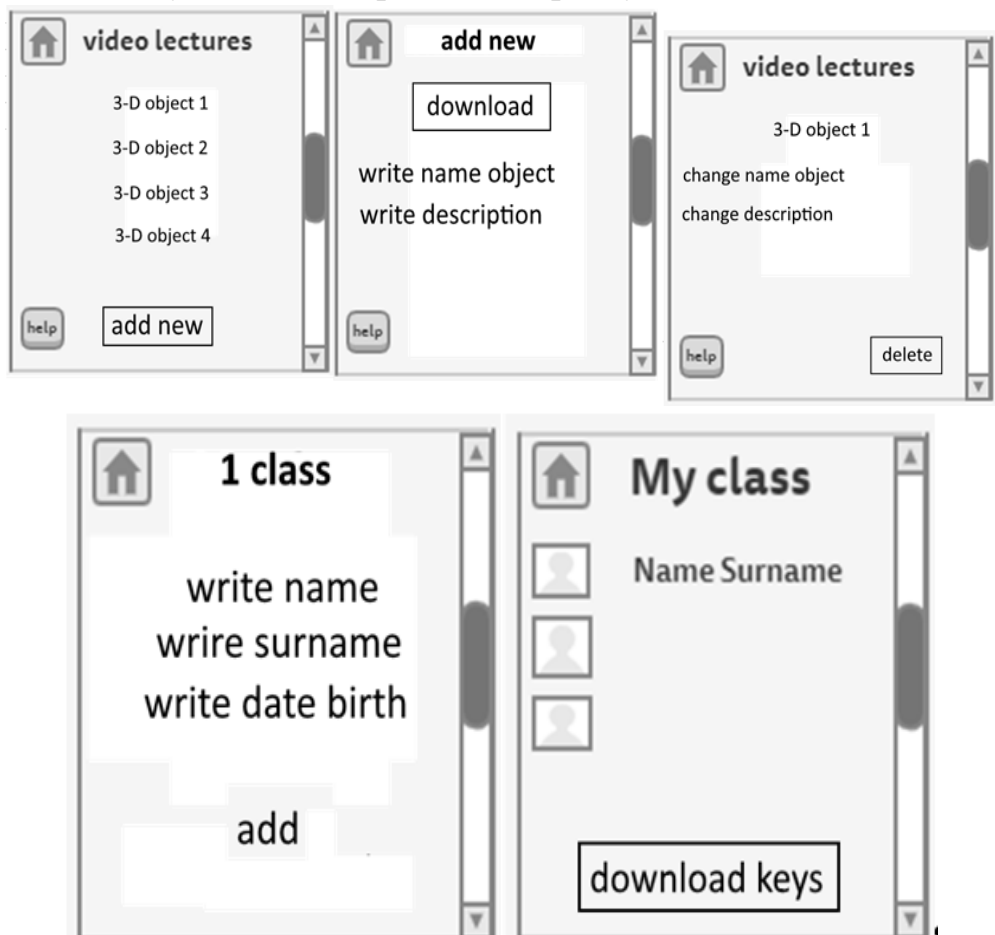


Рисунок 1.12 - Прототип користувача «Адміністратор»

Вимоги до продуктивності системи як додатку навчального призначення:

- Система повинна обслуговувати 500 користувачів в період пікової активності з 8:00 до 15:00 за місцевим часом, з середньою тривалістю сеансу 8 хвилин..
- Всі об'єкти, які знаходяться в базі системи, повинні повністю

завантажуватися щонайбільше за 10 секунд.

- Завантаження відповідей на екран повинна займати не більше 7 секунд після того, як користувач виконав завдання (якщо це контроль знань).

Вимоги до безпеки додатку з використанням доповненої та віртуальної реальності:

- Кожен учень має зареєструватися к додатку, щоб потрапити в свій клас
- Лише авторизовані учні мають доступ до об'єктів
- Система повинна дозволяти учням переглядати лише свої результати.

Розглянемо основні профілі зацікавлених в даному проекті осіб:

Таблиця 1.1

Профілі зацікавлених в даному проекті осіб

Учасники	Основна цінність	Відношення	Основні інтереси	Обмеження
Дирекція школи	Покращення якості навчання. Відсутня необхідність в спеціалізованому обладнанні кожного класу (технічне обладнання для VR та AR не рахується)	Підтримка проекту починаючи з розробки і до випуску додатку в світ	Скорочення витрат має перевищувати витрати на розробку і використання	Необхідно закупити технічне обладнання
Вчителі	Більш ефективно використання робочого часу співробітників в протягом дня;	Заклопотаність необхідністю перекваліфікації; в іншому - все сприймається нормально	Збереження робочих місць	Необхідність навчання співробітників роботі з VR та AR
Учні	Краще сприймання навчального матеріалу. Зацікавленість в навчанні	Великий інтерес, але можуть використовувати систему менше, ніж очікується через недостатню кількість навчального матеріалу	Можливість вивчати предмет максимально ефективно та цікаво	

Нами було розроблено наступні пріоритети роботи, які можна розглянути таблицею нижче:

Пріоритети виконання робіт

Область	Рушійна сила	Обмеження	Ступінь свободи
Терміни			Випуск 1 планується на 01.01.20, випуск 2 на 01.06.20, випуск 3 на 01.12.20. Будь-які затримки є недопустимими
Функції		Усі функції мають бути реалізовані	
Якість		Усі об'єкти мають бути схваленими міністерством освіти. Технічне обладнання має бути схвалене міністерством здоров'я	
Персонал	Запланований розмір команди: менеджер проекту, розробник, тестувальник. Загалом одна людина на проекті.		
Вартість			Всі роботи виконуються за державні кошти

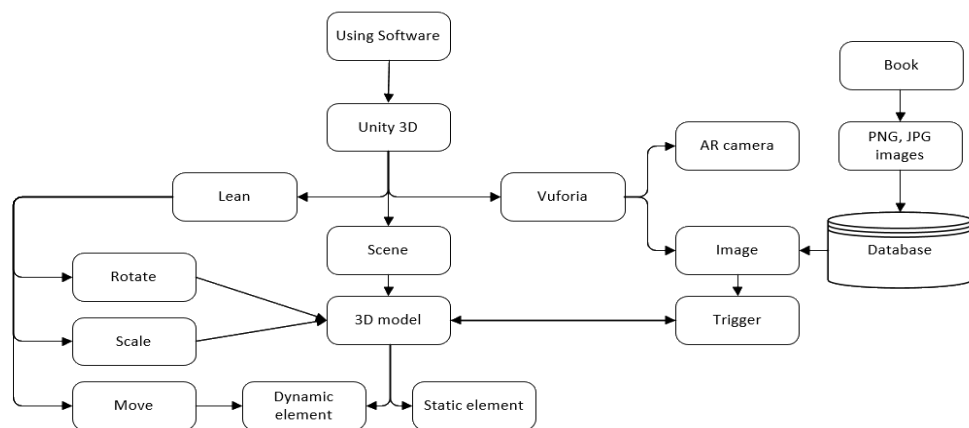


Рисунок 1.13 - Модель системи

Розглянемо модель системи (Рисунок 1.13) для проектування додатку для використання в навчальному процесі:

- Unity3D – дозволяє розробляти додатки для Android.
 - Vuforia - це платформа доповненої реальності для мобільних пристроїв з підтримкою на Unity3D.
 - AR camera - ініціалізує Image із зображенням, яке передає камера
 - Image - зображення береться із бази даних та є

тригером для 3D models

- 3D models - готові 3D моделі у вільному доступі для користувачів (Asset Store, Google search) або розроблені власні моделі (3D Max)
 - Static elements - елементи, які користувач не може пересувати, тобто без інтерактивних можливостей
- Dynamic elements - елементи, які користувач може пересувати, тобто з інтерактивністю
- Lean - бібліотека для Unity3D, яка дозволяє керувати об'єктами, створює та накладає інтерактивність на необхідні елементи системи
 - Rotate – повернути об'єкт
 - Scale – зменшити / збільшити об'єкт
 - Move – пересувати об'єкт
- Database - база даних платформи Vuforia, в якій зберігаються зображення для подальшого використання в додатку
- Book – підручник із зображенням, які виступають тригерами в AR додатку
 - PNG, JPG images – зображення, які додаються до бази даних

Для експлуатації та використання програмного забезпечення за призначенням необхідно мати підручник з Тригер і смартфон з AR додатком. Додаток буде відображати сцену з 3D моделлю в залежності від знайденого тригера, кожному Тригер відповідає своя сцена. Тригер виступає зображення в підручнику. Камера ініціалізує зображення і відображає модель, яка прив'язана до цього зображення. Оскільки Vuforia підтримується тільки мобільними пристроями під управлінням Android 4.0.3 і iOS 7 і вище - це є обов'язковою умовою, яку потрібно дотримувати (Рисунок 1.14).

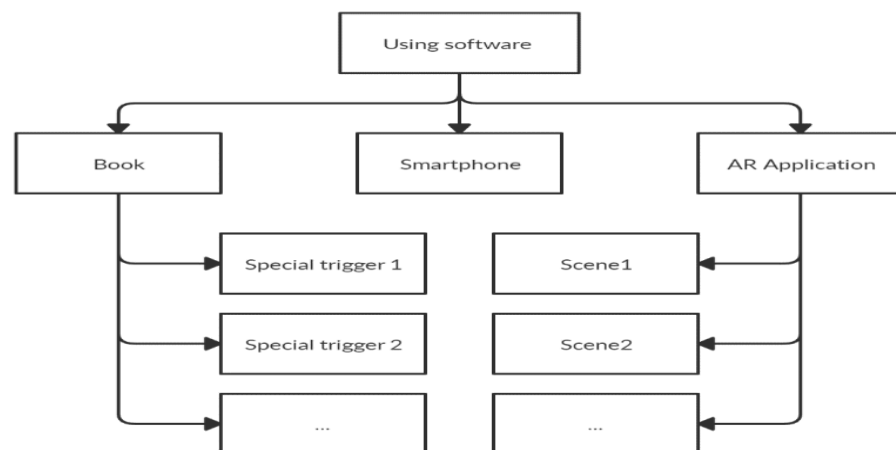


Рисунок 1.14 - Class діаграма для додатку AR

Ми застосували експертний метод для оцінки перспектив використання AR у навчальному процесі. Опитано 16 досвідчених вчителів середніх шкіл міста Херсон. Експерти оцінили перспективи використання технології AR для візуалізації 2D та 3D моделей освітніх об'єктів. Для оцінки була обрана п'ятибальна система Лікерта.

Експертна оцінка якості та перспектив використання навчальних ресурсів може вважатися достатньо надійною лише за умови, що експертні оцінки добре узгоджуються. Тому статистична обробка результатів експертних оцінок повинна включати аналіз консенсусу експертів (Рисунок 1.15).

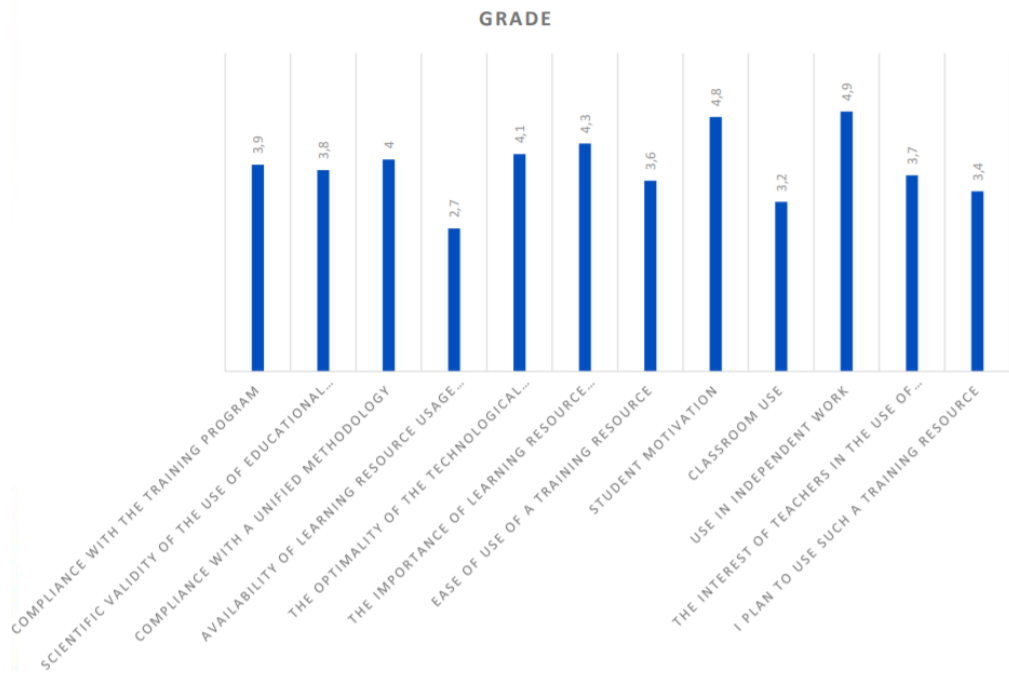


Рисунок 1.15 - Class діаграма для додатку AR

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ 3D-ОБ'ЄКТІВ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

2.1 Проектування 3D об'єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення

3D об'єкт – це головний елемент програми, адже саме він доносить до користувача корисну інформацію та навчає певній предметній галузі. 3D моделювання – це створення моделей у тривимірному просторі методами спеціально створеного для цього програмного забезпечення. Створення подібних моделей можна розділити на 2 категорії: автоматичне створення за допомогою 3D сканера; ручне створення за допомогою спеціалізованого ПО. Для нашого завдання 3D сканер не підходить, адже моделі мають бути віртуальними, отже об'єкти теж. 3D моделі – це набір точок в просторі, які поєднані між собою 3D об'єктами.

Розглянемо різні алгоритми моделювання, які можна застосувати до однієї і тієї ж моделі:

- NURBS – поверхні NURBS визначаються за допомогою так званих кривих, на які впливають «важкі» точки контрольні. Крива може як слідувати так і дотикатися до цих точок (необов'язково). Кожній точці можна задати вагу, і чим вона більше тим сильніше крива притягується до точки. Цей метод дуже часто застосовується для моделювання органічних поверхонь, це пов'язано з тим, що поверхні в цьому методі дуже гладкі, а не їх імітація за рахунок маленьких плоских поверхонь.
- Патчі та криві Безье – це різновидність, примітивний тип NURBS.
- Бі-сплайни – швидко обчислюються за допомогою функцій.
- Полігональне моделювання – набір вершин в просторі, які утворюють поверхню за допомогою законів фізики та математики. Набір утворених площин ще називають полігональною сіткою

Розглянемо програмне забезпечення для створення 3D об'єктів:

- SolidWorks – це програмне забезпечення, яке чудово підходить для детального та візуалізованого проектування та моделювання різних продуктів, систем, машин, оснащення.
- ProEngineering – система для розробки деталей будь-якої складності, особливістю є те, що ця система автоматизована.

- 3D MAX – популярне рішення для створення різних 3D об'єктів, працює за принципом полігонального проектування.
- SketchUp Pro – дана програма підтримує не лише 3D але й 2D створення моделей. Є безкоштовна версія.
- AutoCAD – автоматизована система проектування та креслення, підтримує не лише полігональне моделювання, а й поверхневе та твердотільне

3D об'єкт має максимально відповідати реальності (бути схожим візуально чи інтуїтивно), щоб у користувач міг зіставити дану модель з реальною. Кожному об'єкту має відповідати тригер зі шкільного підручника. Чим більше деталей на зображенні, тим більше можливостей для створення 3D об'єкту.

Тригери мають бути чіткими, з якісним зображенням. Доцільно обирати тригери, до яких можна буде потім застосувати інтерактивність, адже за рахунок цього підвищується увага, покращується пам'ять, та збільшується науковий інтерес учнів до навчання.

2.2 Розробка бібліотеки 3D об'єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення

Розробка 3D об'єктів повністю залежить від обраних тригерних зображень. За основу було взято підручник 8 класу з фізики В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна. Нами було обрано наступні теми:

- Залежність розмірів фізичних тіл від температури (Рисунок 2.1)
- Теплопровідність (Рисунок 2.2)
- Кипіння. Питома теплота пароутворення (Рисунок 2.3)

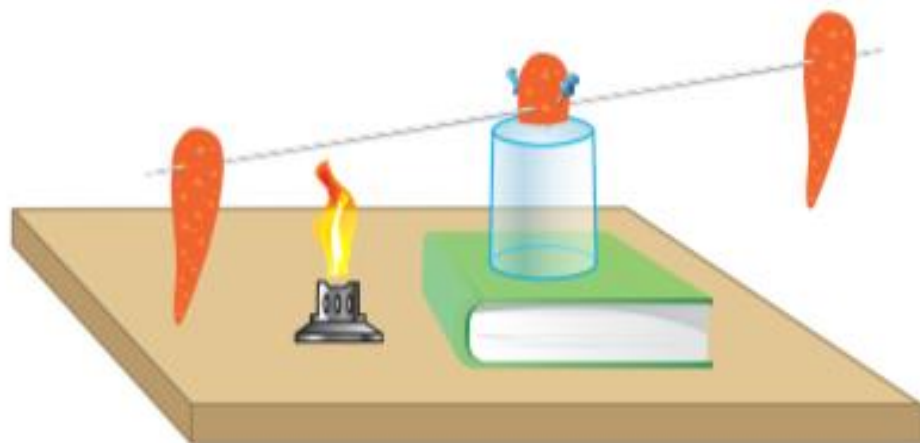


Рисунок 2.1 - Теплові терези які реагують на різницю температур

Перше тригерне зображення пояснює вплив температури на вагу речовини. Для початку треба пропустити крізь обрізок морквини сталеву в'язальну спицю; потім з обох боків спиці необхідно застромити в обрізок морквини дві булавки, а на кожний кінець спиці насадити невелику

морквину так, щоб більша частина морквини була розташована знизу; після цього встановлюються булавки гострими кінцями на дно склянки і, пересуваючи морквини, врівноважуються «терези».

Для експерименту необхідно під одним із плечей «терезів» встановити запалену свічку — через деякий час це плече опуститься; якщо ж прибрати свічку — плече повернеться до початкового положення.

Отже, для створення даної моделі необхідно наступні 3D об'єкти:

- Дві цілі морквини
- Склянка
- Підручник
- Половина морквини
- Свіча
- Спиця
- Булавки
- Підставка

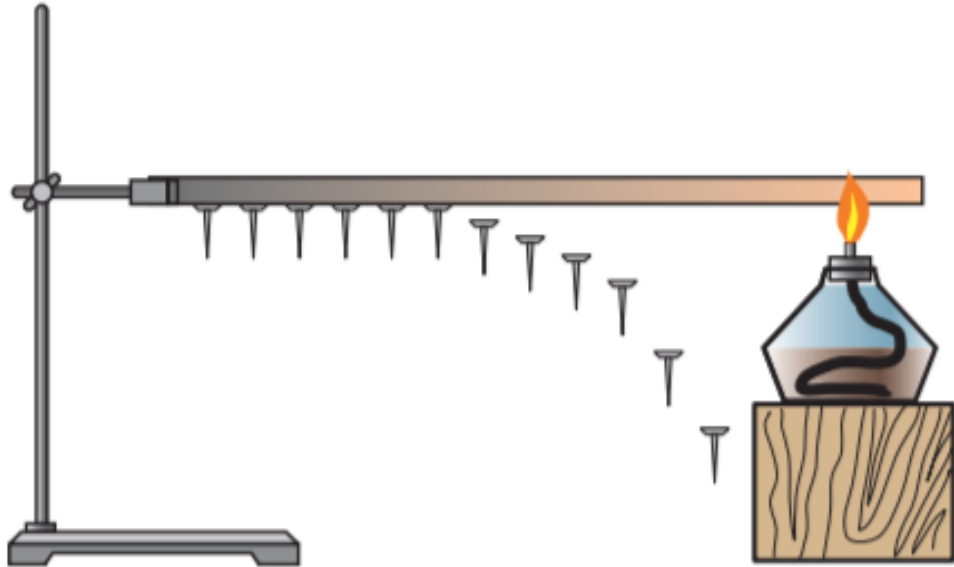


Рисунок 2.2 - Дослід, який демонструє теплопровідність металів

Для наступного досліду необхідно: закріпити в лапці штатива мідний стрижень, за допомогою воску прикріпити вздовж стрижня кілька канцелярських ґвіздочок. За допомогою свічки треба нагріти вільний кінець стрижня в полум'ї пальника. Через деякий час можна побачити, що ґвіздочки по черзі падатимуть на стіл. Це відбувається за рахунок того, що металевий стержень через деякий час нагрівається і воск починає таяти. Цвяхам немає потім на чому триматися і вони починають падати.

Для даної моделі було створено наступні елементи:

- Штатив (стержень, палка, підставка, маленький стержень, кулька, щіпці)
- Металевий стержень
- Цвяхи (5 штук)

- Свічка (підставка, воск, нитка, вогонь)

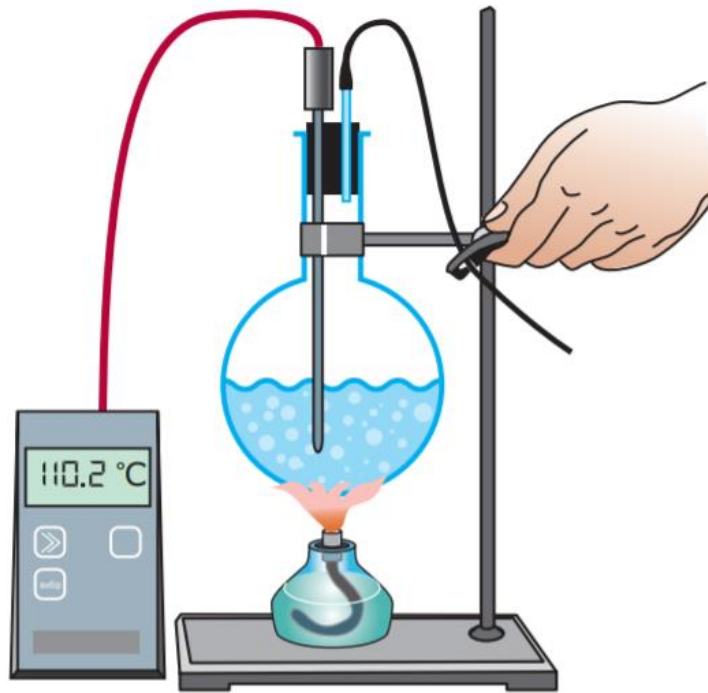


Рисунок 2.3 - Пристрій для спостереження та вивчення процесу кипіння рідини

Останнє тригерне зображення демонструє кипіння та вплив на кипіння зовнішніми пристроями. Якщо трубку для відведення пари затиснути – тиск всередині збільшується і за рахунок цього температура кипіння збільшується, що можна побачити на електронному термометрі.

Для даного експерименту було створено такі об'єкти:

- Скляна колба
- Гумовий корок з отворами
- Трубка для відведення водяної пари
- Термометр
- Пристрій для затиснення трубки

2.3 Створення програмного забезпечення візуалізації навчальних процесів в електронному підручнику

Для створення програмного забезпечення використовувалися наступні технології:

1. Unity (Рисунок 2.4)
2. Vuforia (Рисунок 2.5)
3. Android Studio (Рисунок 2.6)



Рисунок 2.4 - Платформа Unity

Unity - фреймворк для написання ігор, вперше був випущений в червні 2005 року. Логіка пишеться на мові програмування C#. Існує магазин з готовими моделями для подальшого їх використання - Asset Server.



Рисунок 2.5 - Технологія Vuforia

Vuforia – платформа доповненої реальності з можливістю застосування в технології Unity.

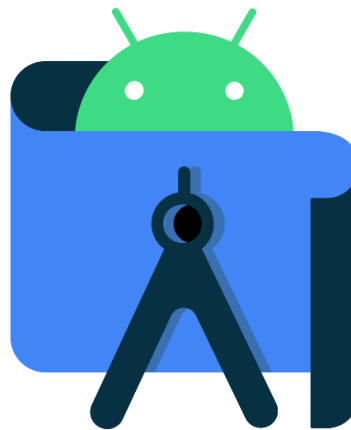


Рисунок 2.5 - Платформа Android Studio

Android Studio – це середовище розробки для Android, яке вперше було представлено 16 травня 2013 року. Дозволяє відразу на платформі Unity комплектувати додатки для смартфона.

В системі створено програмне забезпечення для обслуговування трьох моделей. Перша з них – експеримент з морквинами та свічкою (Рисунок 2.6). Були створені такі елементи, як:

- Книга
- Склянка
- Половина морквини
- Дві цілі морквини
- Свічка
- Металевий стержень
- Фон

Такі елементи, як свічка та металевий стержень мають колайдери для відслідковування дотику одного елемента з іншим. Металевий стержень містить два колайдера, щоб можна було програмно відслідкувати рух свічки, справа чи зліва.

Коли колайдери дотикаються один до одного, спрацьовує скрипт, який запускає таймер, за допомогою якого стержень нахиляється в ту

сторону, де спрацювати колайдери. Якщо свічку вісунути від металевого стержня – колайдери припинять стикатися один з одним і спрацює інший скрипт, який запустить таймер і металевий стержень почне вертатися в початкове положення.

Таймер вмикається для того, щоб максимально відтворити фізичний процес передавання тепла від одного тіла до другого. Стержень нагрівається поступово, тому важливо щоб скрипт не відразу спрацював і внаслідок чого важливо щоб стержень нахилився поступово.

Перед початком запуску скрипта програма запам'ятовує початкові координати рухаючих елементів, щоб по закінченню їх можна було повернути в початкове положення. Деталі коду програми можна розглянути на рисунку 2.7.

Усі елементи створені за допомогою технології 3D. Вони є об'ємними та максимально відповідають реальним об'єктам в справжньому житті. Свічка є динамічним елементом, адже її можна рухати. Металевий стержень та всі елементи які до нього прикріплені самі можуть рухатися, змінювати кут нахилу, проте користувач не може на них впливати зовні, лише за допомогою свічки, колайдер якої стискається з колайдером стержня, і останній нахилиється в тому чи іншому напрямку.

Фон сірий створюється позаду моделі для кращої візуалізації, тому що зображення в підручнику заважає, якщо зверху з'явиться така сама модель, але в 3D вимірі та з інтерактивними елементами і зі скриптом зі сторони backend. Елемент «вогонь» на свічці динамічний, вогонь яскраво горить та відтворює фізичні процеси, повторяє рух та динаміку справжньої свічки.

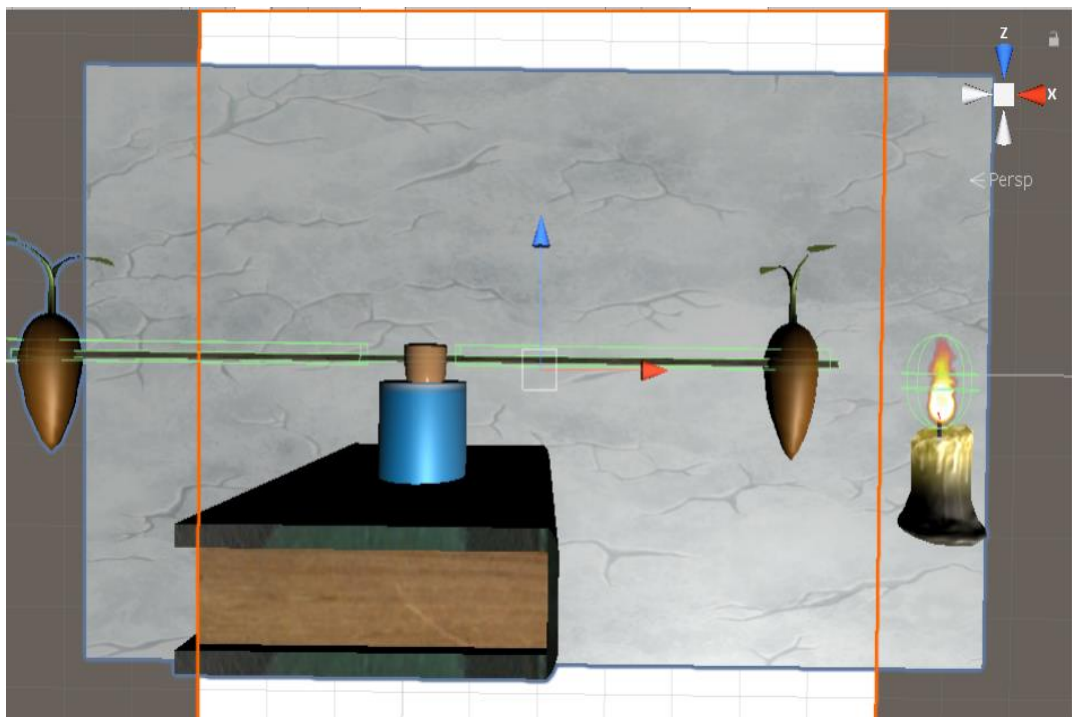


Рисунок 2.6 - Модель для експерименту з двома морквинами та свічкою

```

IEnumerator Wait2()
{
    yield return new WaitForSeconds(1);

    foreach (float i in k)
    {
        yield return new WaitForSeconds(1);
        metal.transform.rotation *= Quaternion.Euler(0f, i, 0f);
    }
}

IEnumerator CandleOut()
{
    yield return new WaitForSeconds(1);
    foreach (float i in back)
    {
        yield return new WaitForSeconds(1);
        metal.transform.rotation *= Quaternion.Euler(0f, i, 0f);
    }
}

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.tag == "candle_carrot")
    {
        StartCoroutine(Wait2());
    }
}

private void OnTriggerExit(Collider other)
{
    if (other.tag == "candle_carrot")
    {
        StartCoroutine(CandleOut());
    }
}

```

Рисунок 2.7 - Приклад код програми для рисунка 2.6

Програма (Рисунок 2.7) була написана на мові програмування C# - це об'єктно орієнтована мова програмування, яка була створена в 1998 році. Функція Wait2 запускає таймер, щоб через встановлений проміжок часу стержень почав змінювати свій кут нахилу. Запускається ця функція Коли спрацьовує колайдер. Інша функція OnTriggerEnter перевіряє, який саме колайдер спрацював, якщо це "candle_carrot" – запускається функція Wait2. Ця функція змінює положення елемента в просторі на ті показники x, y, z, які до цього були збережені програмою на початку спрацювання скрипта.

Функція OnTriggerExit спрацьовує, коли колайдери стискаються один з одним, в такому випадку функція перевіряє назву колайдера, якщо це "candle_carrot" – запускається наступна функція CandleOut, яка в свою чергу повертає елемент в початкове положення, тому що за законами фізики, якщо свічку відвести від металевого стержня, останній почне охолоджуватися та набуде кімнатної температури, тож повернеться в початкове положення, саме цей процес фізики скрипт і повторює в програмі.

Експеримент завжди можна почати з нуля. Тобто повернути всі елементи в початкове положення. Для цього треба натиснути кнопку «Обновити». Під час натискання цієї кнопки запуститься скрипт, написаний мовою програмування C#, який повністю перезапускає

систему, проте користувач нічого не помітить.

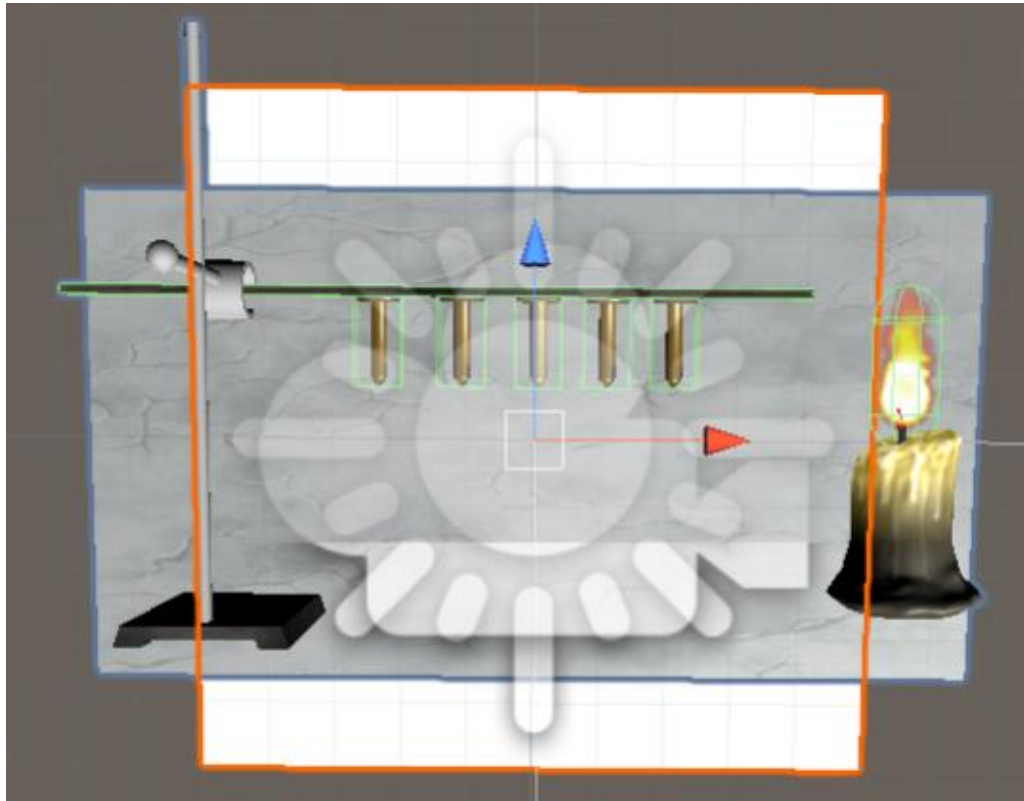


Рисунок 2.8 - Модель для експерименту з цвяхами та свічкою

Наступний експеримент теж стосується передачі тепла від одного тіла до іншого. Для його реалізації було реалізовано наступні 3D елементи:

- Штатив
 - Підставка
 - Основний стержень
 - Металева кулька
 - Маленький стержень
 - Металевий стержень для кріплення елементів
- 5 металевих цвяхів
- Свічка
 - Основна частина з воску
 - Вогонь
- Фон

В даній моделі свічка виступає інтерактивним елементом, завдяки цьому її можна рухати, що є важливим, адже саме динамічність елементів є основною складовою додатку. Користувач повинен мати змогу впливати на хід подій, впливати на програму ззовні. Це збільшує інтерес, покращує винахідливість та логічне мислення.

До кожного елемента моделі застосовано текстури для покращення візуального ефекту. Окремі елементи окрім інтерактивності являються ще самі по собі динамічними, наприклад свічка має вогник який виконує

фізичні руки, повторюючи повністю реальний вогонь в навколишньому середовищі. Тобто елементи максимально відповідають собі подібним в живому світі предметам.

Суть експеримента полягає в тому що тепло, яке передається від вогника свічки до прутика, нагріває останній поступово, починаючи справа і йдучи до ліва. І під час нагрівання воск, за допомогою якого кріпилися цвяхи, починає танути, в результаті чого цвяхи падають. Якщо свічку віднести подалі від елемента з прутиком, що вогонь не дотикався нічого – цвяхи назад не повернуться, як в попередньому випадку з прутом, що нахилився вправо чи наліво. Тобто фізичні закони не порушуються, щоб повернути цвяхи назад та повторити експеримент – необхідно оновити додаток на смартфоні, це можна зробити простим натиском на кнопку внизу екрана. Та в свою чергу запустить мікро-програму, яка перезапустить сцену в системі.

У кожного цвяха є функція `public Rigidbody`, завдяки цьому методу цвяхи кріпляться до стержня а потім падають на землю. Свічка та металевий прутик мають колайдери. Під час їх зіткнення запускається програма, яка перевіряє ці колайдери та дивиться на їх назви. Якщо колайдери спрацювали – запускається скрипт (Рисунок 2.9).

```

public List<GameObject> listNail;
public List<float> pos_nail_x;
public List<float> pos_nail_y;
public List<float> pos_nail_z;

// Start is called before the first frame update
void Start()
{
    Debug.Log(listNail[0].transform.localPosition.x);
    foreach (GameObject i in listNail)
    {
        pos_nail_x.Add(i.transform.localPosition.x);
        pos_nail_y.Add(i.transform.localPosition.y);
        pos_nail_z.Add(i.transform.localPosition.z);
    }
}

// Update is called once per frame
void Update()
{
}

IEnumerator Wait2()
{
    yield return new WaitForSeconds(1);

    foreach (GameObject i in listNail)
    {
        yield return new WaitForSeconds(1);
        i.GetComponent<Rigidbody>().isKinematic = false;
    }
}

public void Naildown()
{
    SceneManager.LoadScene("main");
}

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.tag == "candle")
    {
        Debug.Log("Hello");
        StartCoroutine(Wait2());
    }
}

```

Рисунок 2.9 - Приклад код програми для рисунка 2.8

На початку запуску скрипта програма запам'ятовує координати в просторі кожного цвяха в три списки, x , y , z . Де x – координати по осі x , y – координати по осі y , z – відповідно координати по осі z . Є ще одна змінна, вона має статус «public» та ініціалізується на початку програми - listNail. Це список, в якому зберігаються всі цвяхи.

Коли свічка дотикається до колайдера стержня, запускається код (Рисунок 2.9), який ставить публічній функції RigidBody значення False. І тоді цвяхи починають падати через якийсь час

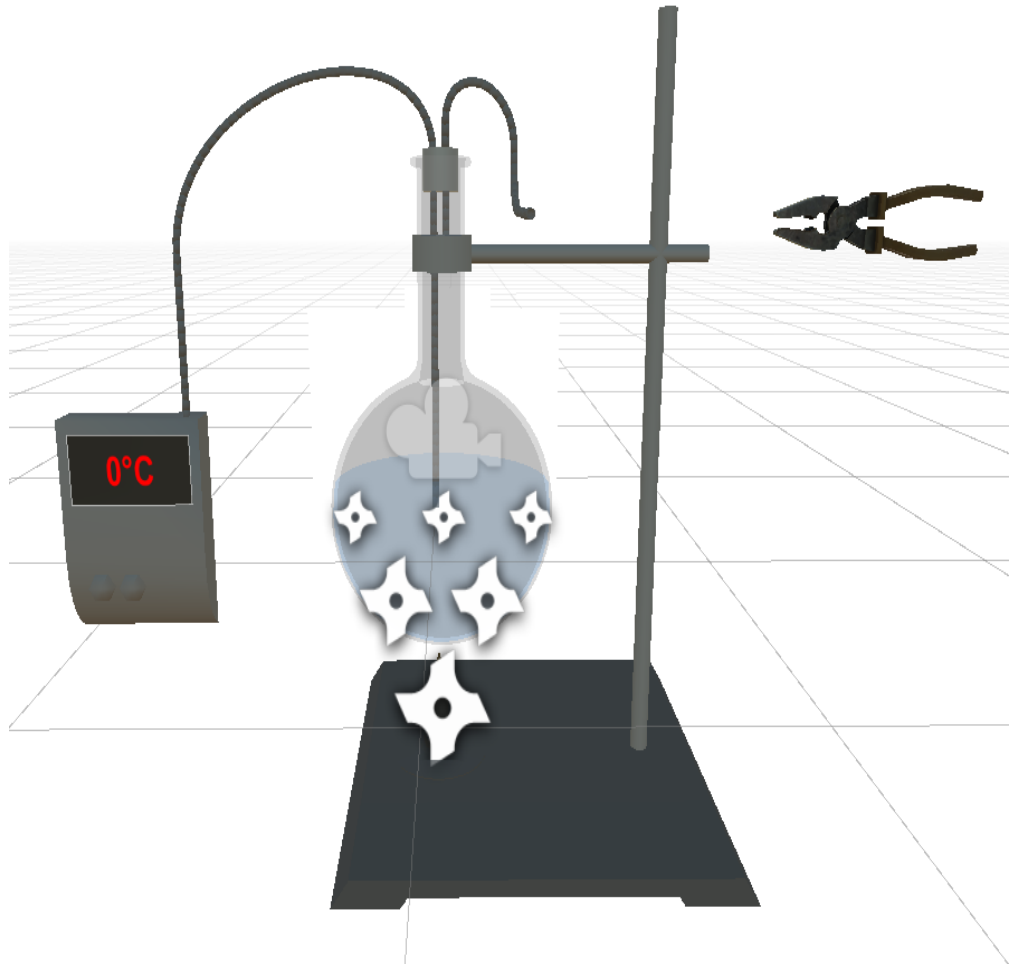


Рисунок 2.10 - Модель для експерименту з парою

Остання створена модель (Рисунок 2.10) – експеримент з температурою кипіння та відведенням пари і впливом неї на температуру води в склянці. Було розроблено та застосовано в даній моделі наступні елементи та деталі:

- Штатив
- Підставка
- Вертикальний стержень
- Горизонтальний стержень
- Щипці для тримання колби
- Колба
- Електронний градусник

- Шнур для градусника
- Трубка для відведення пари
- Вода
- Кипіння в воді
- Плоскогубці

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Termometer : MonoBehaviour
{
    public float beginValue = 100.0f;
    public float endValue = 110.2f;
    public float speed = 0.1f;
    public Text textObj;

    float rotateValue = 10.0f;
    float currentValue;
    bool isTemperatureRise = false;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        currentValue = beginValue;
        Debug.Log("Termometer inialized");
    }

    void OnTriggerEnter(Collider other) {
        isTemperatureRise = true;
        Debug.Log("Collided");
        this.gameObject.transform.Rotate(rotateValue, 0, 0);
    }

    void OnTriggerExit(Collider other) {
        isTemperatureRise = false;
        Debug.Log("Enough...");
        this.gameObject.transform.Rotate(-rotateValue, 0, 0);
    }

    // Update is called once per frame
    void FixedUpdate()
    {
        if(isTemperatureRise) {
            currentValue = Mathf.Min(currentValue + speed, endValue);
        } else {
            currentValue = Mathf.Max(currentValue - speed, beginValue);
        }

        if (textObj != null) textObj.text = currentValue.ToString("0.0") + "°C";
    }
}

```

Рисунок 2.11 - Приклад код програми для рисунка 2.10

Температура кипіння води залежить від деяких факторів зовнішніх, а саме від пари. Якщо пара вільно виходить в необмежений простір – градусник показує одні цифри, якщо затиску трубку для відведення пари – цифри на дисплеї почнуть автоматично змінюватися. Плоскогубці в даному випадку – інтерактивний елемент. Їх можна та необхідно рухати.

На них накладений колайдер та на трубку теж, коли колайдери насуваються один на одного – спрацьовує код (Рисунок 2.11). У градусника є початкове значення та кінечне – 100 та 110 градусів відповідно. Крім цього є швидкість та текст, який зображується на термометрі.

На старті змінній `current_value` ставиться значення початкової температури кипіння води. Якщо плоскогубці піднести до трубки для відведення пару – трубка почне згибати, ніби це роблять плоскогубці. Все як в реальному житті. Плоскогубці працюють за схемою стискання двох елементів, які поєднуються пружиною. Трубка легко гнеться та швидко не пошкоджуючись та без будь-яких проблем потім може відновити своє положення.

Всі елементи повторюють реальність. Тож доповнена реальність максимально відтворює дійсність завдяки правильно спроектованим елементам на етапі розробки моделей та елементів для моделей.

Як тільки шланг для прибирання газоподібної води буде загнутий, градусник почне змінювати свою температуру. І навпаки відбудеться, коли ця трубка вернеться в початкове положення, стане рівною та буде працювати за призначенням – відводити пар від киплячої води.

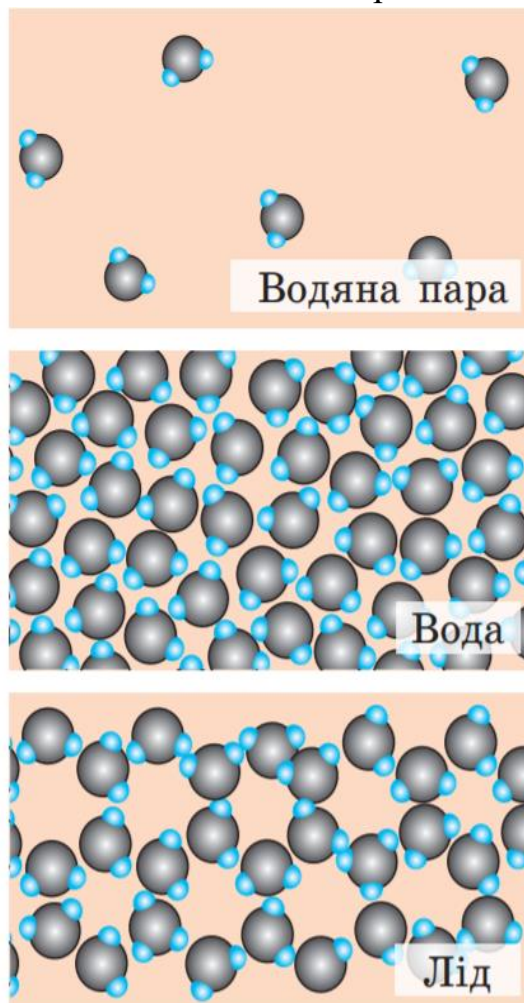


Рисунок 2.12 - Агрегатні стани речовини

Наступні моделі мають всі шанси стати реалізованими, адже вони заслуговують як мінімум уваги, і як максимум своєї участі в навчанні за допомогою нових технологій. Експеримент з агрегатними станами речовини (Рисунок 2.12) потребує лише дві моделі – атом та зв'язок між атомами, які будуть багаторазово повторюватися. У користувача буде на екрані градусник, за допомогою якого він зможе регулювати температуру рідини (вода в даному випадку). Якщо температура нижче 0 градусів – за законами фізики вода замерзне, в такій воді молекули рухаються дуже повільно, і знаходяться вони близько один до одного. Збільшуючи температуру – збільшується і швидкість, і відстань між атомами.

Так, в стані рідини, атоми більш рухливі, та зв'язок вони мають довший. Кожна молекула має більше вільного місця для пересування.

А газоподібному стані всі параметри збільшуються в рази, і швидкість атомів, і відстань між ними.

Саме це і можна показати в моделі. Рух атомів та їх зв'язки в залежності від температури середовища та речовини.

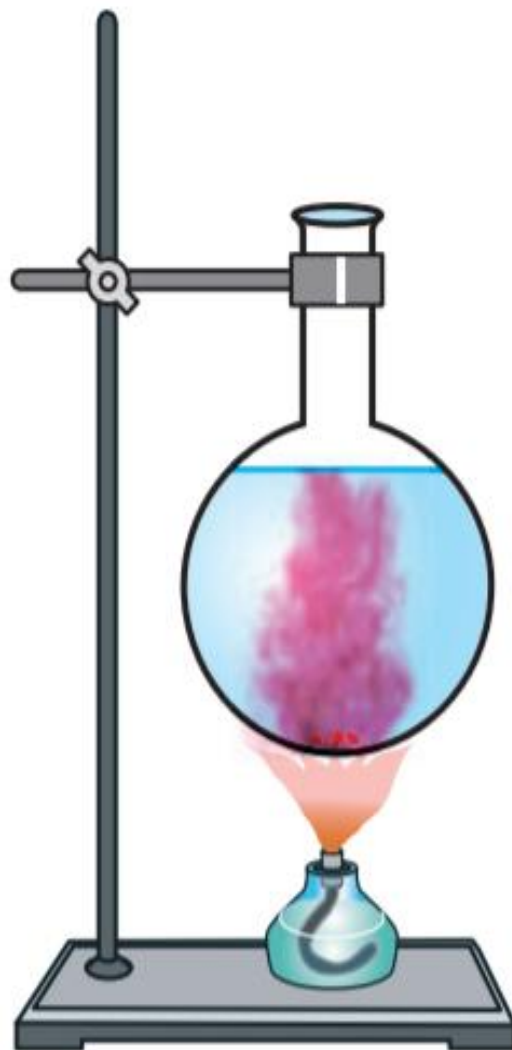


Рисунок 2.13 - Конвекція рідин

Якщо взяти дві рідини (Рисунок 2.13) з різною густиною (можна подивитися в фізичних таблицях, є у вільному доступі) та змішати в одній колбі – можна спостерігати за так званою конвекцією рідин – вони або змішаються і на виході буде однорідна маса, або ж будуть окремо одна від одної, та рідина, що має більшу густину – залишиться внизу, а та, що має меншу вагу – підніметься догори. Щоб впевнитися вданому експерименті, одну з речовин треба перефарбувати в інший колір, наприклад в червоний для кращої наглядної картини.

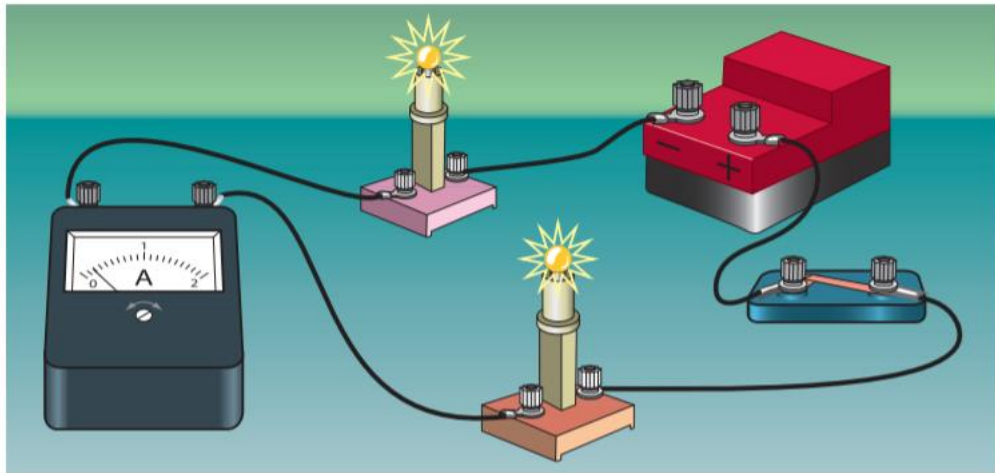


Рисунок 2.14 - Модель паралельного підключення

Остання тема, яка надається в підручнику 8 класу (Рисунок 2.15) – електропровідність. Маємо малюнок (Рисунок 2.14) з електричною мережею. В ній містяться дві лампи, амперметр для вимірювання кількості амперів, транзистор та батарея живлення, яка містить для поля, плюс та мінус. Тобто, модель міститиме наступні елементи:

- Амперметр для зазначення амперів
- Акумуляторна батарея для живлення
- Транзистор для поєднання елементів
- Два ліхтаря
- Проводи для поєднання кожної деталі та для передачі струму

Усі елементи мають бути динамічними з можливістю їх руху. Вони також мають мати свій порядковий номер для відслідкування програмою правильності порядку виставлення їх під час експерименту.

Користувач матиме перед собою задачу в правильному порядку побудувати електричну мережу маючи лише ці елементи, та не користуючись жодними підказками. Експеримент є повністю безпечним для життя учасника та навколишніх, адже це не відбуватиметься по справжньому, це все вигадка.

У випадку вірно побудованої моделі учень побачить на власні очі, як при паралельному поєднанні елементів в мережі загоряться обидві лампи.

Якщо ж користувач допустить помилки – нічого не загорить, це і

буде сигналом того, що щось не вірно. В такому випадку слід спробувати ще раз. Кількість таких спроб буде автоматично вираховуватися для того, щоб вчитель потім зміг зробити правильну оцінку роботи учня.

Для використання всіх експериментів та побудови моделей було використано підручник з фізики за 8 клас (Рисунок 2.15). Всі тригерні зображення було взято звідти.

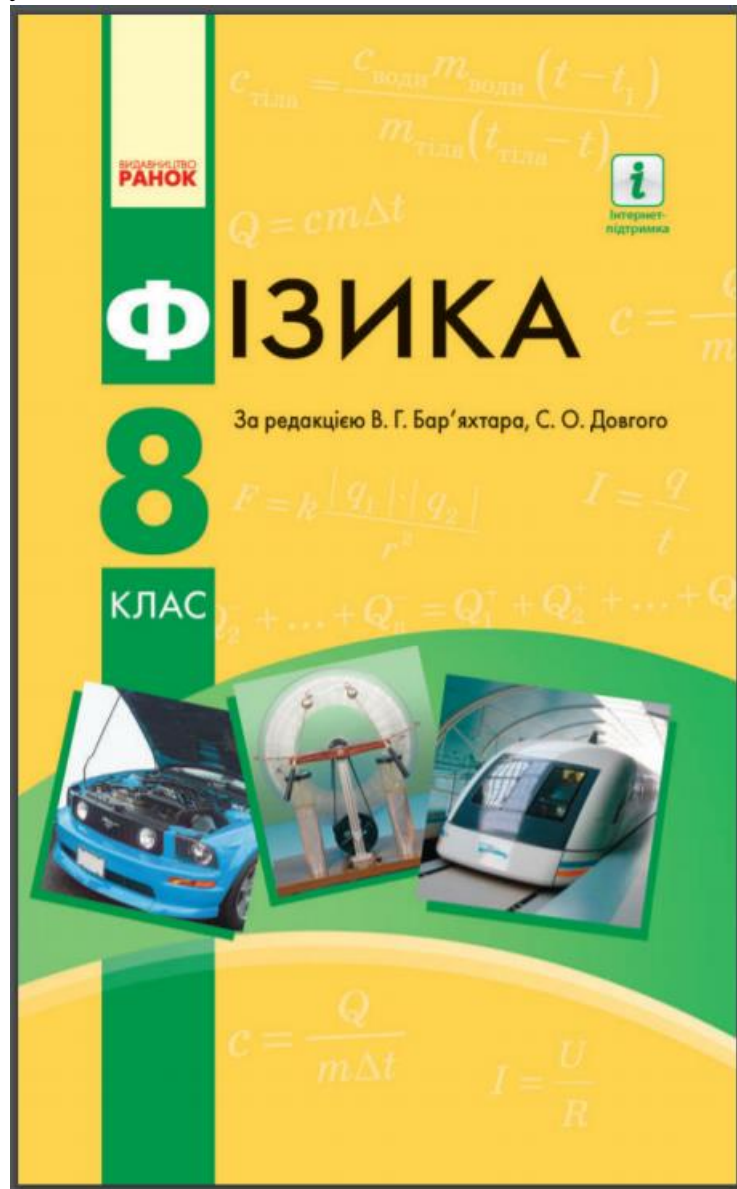


Рисунок 2.15 - Підручник з тригерами

Даний підручник містить в собі необхідні зображення, які (а це відіграю суттєву роль) до того ж мають чудову якість.

ВИСНОВКИ

Нові методи навчання з використанням інформаційних технологій є сьогодні пріоритетним, особливо при вивченні природничих наук на середньому рівні школи. Ми описали методику навчання та запропонували модель навчальної системи з використанням технологій доповненої реальності.

В даний час такі навчальні системи користуються попитом як у вищих, так і в середніх школах. Викладачі та студенти можуть використовувати цей електронний пристрій як ресурс у класі в школі та університеті, так і вдома.

Показало опитування викладачів середніх шкіл та студентів ХДУ готовність цієї категорії користувачів працювати з технологіями доповненої та віртуальної реальності, адже останні значно покращують якість викладання та наочність теми. Дани додаток є дуже зручним рішенням в освітніх закладах. Імперативні технології здатні показати моделі з такої сторони, з якої вчителі фізично не зможуть продемонструвати учням роботу тієї чи іншої моделі.

Запропонована модель навчальної системи була апробована в процесі STEM-освіти.

Розроблена модель може бути використана як засіб для створення основи для майбутніх досліджень, розроблень та розповсюджень в системі навчальних закладів. Ми плануємо запровадити систему з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності в шкільній освіті для STEM-школи Херсонського державного університету.

- Було розглянуто літературу на предмет використання існуючих програмних засобів навчального призначення в освіті;
- Було розглянуто програмні реалізації віртуальної та доповненої реальності;
- Було досліджено можливості використання AR технологій у навчально-виховному процесі;
- Були набуті уміння програмування за допомогою технології Unity 3D;
- Було спроектовано програмні модулі з використанням віртуальної та доповненої реальності;
- Було спроектовано 3D об'єкти віртуальної та доповненої реальності навчального призначення;
- Було розроблено бібліотеки 3D об'єктів віртуальної та доповненої реальності навчального призначення;
- Було створено програмне забезпечення візуалізації навчальних процесів в електронному підручнику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Augmented reality, [on-line resource] https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality
2. Tatyana Zaytseva, Lyudmila Kravtsova, Anna Puliaieva. Computer Modelling of Educational Process as the Way to Modern Learning Technologies. In: Ermolayev, V. et al. (eds.) Proc. 15-th Int. Conf. ICTERI 2019, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019, CEUR-WS.org/Vol-2393, ISSN 1613-0073, P. 849-863, [on-line resource] http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_403.pdf
3. Pinchuk, O., Tkachenko, V., Burov, O. AV and VR as Gamification of Cognitive Tasks. In: Ermolayev, V. et al. (eds.) Proc. 15-th Int. Conf. ICTERI 2019, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019, CEUR-WS.org/Vol-2387, ISSN 1613-0073, P. 437-442, [on-line resource] <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190437.pdf>
4. Ablyayev, M., Abliakimova, A., Seidametova, Z. Design of mobile augmented reality system for early literacy. In: Ermolayev, V. et al. (eds.) Proc. 15-th Int. Conf. ICTERI 2019, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019, CEUR-WS.org/Vol-2387, ISSN 1613-0073, P. 274-285, [on-line resource] <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190274.pdf>
5. Tony Liao. Future directions for mobile augmented reality research: Understanding relationships between augmented reality users, nonusers, content, devices, and industry. Mobile Media & Communication (2018). [on-line resource] <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2050157918792438?journalCode=mmca>
6. Iryna Melnyk, Nadia Zaderei, Galyna Nefodova. Augmented Reality and Virtual Reality as the Resources of Students' Educational Activity. Proceedings of Information technology and computer modelling (2018). [on-line resource] <http://itcm.comp-sc.if.ua/2018/melnuk.pdf>
7. Min-Chai Hsieh, Hao-Chiang Koong Lin. A Conceptual Study for Augmented Reality E-learning System based on Usability Evaluation. CISME, Vol.1, No.8, PP.5-7 (2011)
8. Osipova, N., Kravtsov, H., Hniedkova, O., Lishchuk, T., Davidenko, K. Technologies of Virtual and Augmented Reality for High Education and Secondary School. In: Ermolayev, V. et al. (eds.) Proc. 15-th Int. Conf. ICTERI 2019, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019, CEUR-WS.org/Vol-2393, ISSN 1613-0073, P. 121-131, [on-line resource] http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_258.pdf

9. Pietro Cipresso, Irene Alice Chicchi Giglioli, Mariano Alcañiz Raya, and Giuseppe Riva. The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in Psychology* (2018). [on-line resource] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6232426/>
10. Stephen Khan. What is augmented reality, anyway? *The Conversation* (2018). [on-line resource] <https://theconversation.com/what-is-augmented-reality-anyway-99827>
11. Jun He, Peng Han, Huan Liu, Shiyong Men, Lu Ju, Pu Zhen, Ting Wang. The research and application of the augmented reality technology. *IEEE Xplore* (2018). [on-line resource] <https://ieeexplore.ieee.org/document/8284781>
12. Oluwaranti, A.I., Obasa, A.A., Olaoye, A.O. and Ayeni, S. Architectural Model for an Augmented Reality Based Mobile Learning Application. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, ISSN: 3159-0040, Vol. 2 Issue 7, P. 1972-1977 (2015), [on-line resource] <http://www.jmest.org/wp-content/uploads/JMESTN42350957.pdf>
13. Nicolò Carpignoli. Web XR Expert. Maintainer of AR.js, [on-line resource] <https://medium.com/@nicolcarpignoli>
14. Development environment Unity, [on-line resource] <https://unity3d.com>
15. Development environment Unreal Engine, [on-line resource] <https://www.unrealengine.com/en-US/what-is-unreal-engine-4>
16. Development environment SteamVR, [on-line resource] <https://developer.valvesoftware.com/wiki/SteamVR>
17. Development environment Google VR, [on-line resource] <https://vr.google.com/>
18. Development environment Oculus, [on-line resource] <https://developer.oculus.com/>
19. Development environment Windows Mixed Reality, [on-line resource] <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality>
20. Development environment ARCore, [on-line resource] <https://developers.google.com/ar/>
21. Development environment ARKit, [on-line resource] <https://developer.apple.com/arkit/>
22. Development environment Tango, [on-line resource] <https://developers.google.com/tango/>
23. Development environment Vuforia, [on-line resource] <https://developer.vuforia.com/>

24. Gonzalez, J.D., Escobar, J.H., Sánchez, H., De la Hoz, J., Beltrán, J.R. 2D and 3D virtual interactive laboratories of physics on Unity platform. *Journal of Physics: Conference Series* 935(1) (2017), [on-line resource] https://www.researchgate.net/publication/322106253_2D_and_3D_virtual_interactive_laboratories_of_physics_on_Unity_platform
25. Expeditions, [on-line resource] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.vr.expeditions&hl=en>
26. Mars is a real place. Virtual Engineering by DrashVR LLC., [on-line resource] <http://www.titansofspacevr.com/marsisarealplace.html>
27. Sky Map, [on-line resource] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.stardroid&hl=en>
28. Physics: 8th grade textbook ed. Baryakhtar V.G., Dovgy S.O. Kharkov: Publishing House "Ranok", 240 p. (2016)
29. Kendall M. Rank Correlation Methods, Charles Griffen & Company, London (1948)
30. Friedrich K., Sellers S. L., and Burstyn J. (2009). Thawing the chilly climate: Inclusive teaching resources for science, technology, engineering and math. Chap 9, 133-144.
31. Pan Z., Cheok A. D., Yang H., Zhu J. and Shi J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments, *Computers & graphics*, Vol. 30, No. 1, 20-28.
32. Shirazi A. and Behzadan AH (2013). "Assessing the Pedagogical Value of Augmented RealityBased Learning in Construction Engineering" Proceedings of the 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality (CONVR), London, UK.
33. Van Kreveren D.W.F.and Poelman R., "A survey of augmented reality technologies, application and limitations", *The International Journal of Virtual Reality*, 2010, 9(2):1-20
34. Miyosawa T., Akahane M., Hara K. and Shinohara K. (2012). "Applying Augmented Reality to Elearning for Foreign Language Study and its Evaluation", pp 1
35. Milgram, Paul, H. Takemura, A. Utsumi and F. Kishino (1994). "Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum" (pdf). "Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies". pp. 2351–34. Retrieved 2007-03-15
36. Sutherland, I. (1968). A Head-Mounted Three Dimensional Display, *Proceedings of Fall Joint Computer Conference*, pp. 757-764.

37. Caudell T. P., and Mizell D. W. (1992). "Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes", proceedings of 1992 IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences, pp 659-669.
38. Morhing, M., Lessig, C., and Bimber, O. (2004). Video See-Through AR on Consumer Cell Phones, Proceedings of the 3th IEEE/ACM international Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 04), pp. 252-253.
39. Oyediran, O. (2012). Design and implementation of an augmented reality campus navigation system for the android platform using Obafemi Awolowo University as a case study, Unpublished B.Sc. Thesis, Department of Computer Science and Engineering, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife. pp. 2-3, 7-11.
40. Liarokapis F., Petridis P., Lister P. F. and White M. (2002). Multimedia Augmented Reality Interface for E-learning (MARIE), World Transactions on Engineering and Technology Education, pp. 173.
41. Ananny, M. (2015). Creating proper distance through networked infrastructure: Examining Google Glass for evidence of moral, journalistic witnessing. Carlson, M., Lewis, S. C. (Eds.), *Boundaries of journalism: Professionalism, practices and participation* (pp. 83–100). Abingdon, UK: Routledge.
42. Appignani, T. P., Archer, J., Guzman, A. L., Neill-Hoch, I., Jones, S. (2015, October). The world according to Glass: How the world sees Google Glass and how it sees the world. Panel presentation at the 2015 Association of Internet Researchers, Phoenix, AZ.
43. Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
44. Barba, E., MacIntyre, B., Mynatt, E. D. (2012). Here we are! Where are we? Locating mixed reality in the age of the smartphone. *Proceedings of the IEEE*, 100(4), 929–936.
45. Baumer, E. P., Adams, P., Khovanskaya, V. D., Liao, T. C., Smith, M. E., Schwanda Sosik, V., Williams, K. (2013). Limiting, leaving, and (re)lapsing: An exploration of Facebook non-use practices and experiences. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3257–3266). New York, NY: ACM.
46. Biermann, B. C., Seiler, J., Nunes, C. (2011). The AR|AD takeover: Augmented reality and the reappropriation of public space. Retrieved from https://www.academia.edu/756642/The_AR_AD_Takeover_Augmented_Reality_and_the_Reappropriation_of_Public_Space
47. Bolter, J. D., Grusin, R. (2000). *Remediation: Understanding new*

- media. Cambridge, MA: MIT Press.
48. Bolter, J. D., MacIntyre, B., Gandy, M., Schweitzer, P. (2006). New media and the permanent crisis of aura. *Convergence*, 12(1), 21–39.
 49. Bowman, N., Banks, J., Westerman, D. (2016). Through the looking glass (self): The impact of wearable technology on perceptions of face-to-face interaction. *Communication Research Reports*, 33(4), 332–340.
 50. Brubaker, J. R., Ananny, M., Crawford, K. (2016). Departing glances: A sociotechnical account of “leaving” Grindr. *New Media & Society*, 18(3), 373–390.
 51. Campbell, S. W. (2013). Mobile media and communication: A new field, or just a new journal? *Mobile Media & Communication*, 1(1), 8–13.
 52. Chess, S. (2014). Augmented regionalism: Ingress as geomediated gaming narrative. *Information, Communication & Society*, 17(9), 1105–1117.
 53. Chi, T. (2013). Rapid prototyping Google Glass [Video]. <http://ed.ted.com/lessons/rapid-prototyping-google-glass-tom-chi>
 54. Colley, A., Thebault-Spieker, J., Lin, A. Y., Degraen, D., Fischman, B., Häkkilä, J., Wenig, D. (2017). The geography of Pokémon GO: Beneficial and problematic effects on places and movement. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1179–1192). New York, NY: ACM.
 55. Crawford, K., Gillespie, T. (2016). What is a flag for? Social media reporting tools and the vocabulary of complaint. *New Media & Society*, 18(3), 410–428.
 56. Dacko, S. G. (2017). Enabling smart retail settings via mobile augmented reality shopping apps. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 243–256.
 57. De Crescenzo, F., Fantini, M., Persiani, F., Di Stefano, L., Azzari, P., Salti, S. (2011). Augmented reality for aircraft maintenance training and operations support. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 31(1), 96–101.
 58. De Souza e Silva, A. (2017). Pokémon GO as an HRG: Mobility, sociability, and surveillance in hybrid spaces. *Mobile Media & Communication*, 5(1), 20–23. doi:[10.1177/2050157916676232](https://doi.org/10.1177/2050157916676232)
 59. Denning, T., Dehlawi, Z., Kohno, T. (2014). In situ with bystanders of augmented reality glasses: Perspectives on recording and privacy-mediating technologies. *Proceedings of the 32nd Annual AMC Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2377–2386). New York, NY: ACM.
 60. Drakopoulou, S. (2013). Pixels, bits and urban space: Observing the intersection of the space of information with urban space in augmented

- reality smartphone applications and peripheral vision displays. First Monday, 18(11). doi:[10.5210/fm.v18i11.4965](https://doi.org/10.5210/fm.v18i11.4965)
61. Dunleavy, M., Dede, C., Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22.
 62. Engberg, M., Bolter, J. D. (2014). Cultural expression in augmented and mixed reality. *Convergence: The International Journal of Research Into New Media Technologies*, 20(1), 3–9.
 63. Faccio, M., McConnell, J. J. (2017). Death by Pokémon GO: The economic and human cost of using apps while driving. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3073723>
 64. Farman, J. (Ed.). (2015). *Foundations of mobile media studies: Essential texts on the formation of a field*. New York, NY: Routledge.
 65. Фортунати, Л. (2005). Мобильный телефон и презентация себя . In Ling, R., Pedersen, PE (Eds.), *Мобильная связь* (стр. 203 - 218). Лондон, Великобритания : Springer .
 66. Фрит, Дж. (2017). Цифровая «приманка»: малый бизнес и Pokémon Go . *Mobile Media & Коммуникации*, 5 (1), 51 - 54 .
 67. Гоггин, Г. (2017). Поиск аудитории мобильных СМИ: все на виду с Pokémon Go . В Night, C, Narindranath, R., *изучение цифровых медиа - аудитории: Перспективы из Австралии и Океании* (стр. (Ред.) 39 - 59). Нью-Йорк, Нью-Йорк : Рутледж .
 68. Гулд, А.С. (2014). Невидимые визуализации. Искусство дополненной реальности и современная медиаэкология . *Конвергенция: Международный журнал исследований в области новых медиа - технологий*, 20 (1), 25 - 32 .
 69. Грэм, М., Зук, М., Бултон, А. (2013). Дополненная реальность в городах: спорный контент и двуличность кода . *Труды Института британских географов*, 38 (3), 464 - 479 . doi: [10.1111 / j.1475-5661.2012.00539.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2012.00539.x)
 70. Харборг, Д., Папе, С. (2017). Изучение ажиотажа: изучение факторов принятия технологии Pokémon Go . *Международный симпозиум IEEE по смешанной и дополненной реальности (ISMAR)* . IEEE . DOI : [10.1109 / ismar.2017.32](https://doi.org/10.1109/ismar.2017.32)
 71. Хендерсон, С.Дж., Фейнер, С. (2009). Оценка преимуществ дополненной реальности для локализации задач при обслуживании башни бронетранспортера . *Восьмой Международный симпозиум IEEE по смешанной и Augment \ ред Реальности (ISMAR)* (стр. 135 - 144). IEEE . DOI : [10.1109 / ismar.2009.5336486](https://doi.org/10.1109/ismar.2009.5336486)

72. Хьорт, Л., Ричардсон, И. (2017). Pokémon GO: мобильные медиа-игры, создание мест и цифровой путеводитель . Mobile Media & Коммуникации, 5 (1), 3 - 14 . doi: [10.1177 / 2050157916680015](https://doi.org/10.1177/2050157916680015)
73. Хофманн, С., Мосемгвдлишвили, Л. (2014). Восприятие пространств посредством цифрового дополнения: исследовательское исследование навигационных приложений дополненной реальности . Mobile Media & Коммуникации, 2 (3), 265 - 280 .
74. Хорст, НА (2013). Инфраструктуры мобильных СМИ: на пути к будущей повестке дня исследований . Мобильные СМИ и связь, 1 (1), 147 - 152 .
75. Хамфрис, Л. (2005). Мобильные телефоны в общественных местах: социальные взаимодействия в эпоху беспроводной связи . New Media & Society, 7 (6), 810 - 833 . doi: [10.1177 / 1461444805058164](https://doi.org/10.1177/1461444805058164)
76. Хамфрис, Л. (2013). Мобильные социальные сети: будущие вызовы и возможности . Mobile Media & Коммуникации, 1 (1), 20 - 25 .
77. Калантари, М., Раушнабель, П. (2018). Изучение первых пользователей умных очков с дополненной реальностью: случай Microsoft HoloLens . В Jung, T., Claudia Tom Dieck, M. (Eds.), Дополненная реальность и виртуальная реальность: расширение прав и возможностей человека, места и бизнеса (стр. 229 - 245). Чам, Швейцария : Springer .
78. Кари, Т. (2016). Pokémon GO 2016: изучение ситуационных контекстов критических инцидентов в дополненной реальности . Журнал исследования виртуальных миров, 9 (3). doi: [10.4101 / jvwr.v9i3.7239](https://doi.org/10.4101/jvwr.v9i3.7239)
79. Кац, Дж. (2013). Мобильный взгляд с двух сторон: визуальные слои как развивающаяся услуга мобильной связи . Мобильные СМИ и коммуникация, 1 (1), 129 - 133 .
80. Ляо, Т. (2016). Это «дополненная реальность»? Конкурсная работа над определениями и организация видений для новой технологии в рамках мероприятий по настройке поля . Информация и организация, 26 (3), 45 - 62 .
81. Мартин-Гутьеррес, Дж., Саорин, Дж. Л., Контеро, М., Альканьис, М., Перес-Лопес, округ Колумбия, Ортега, М. (2010). Разработка и проверка дополненной книги для развития пространственных способностей студентов инженерных специальностей . Компьютеры и графика, 34 (1), 77 - 91 .

ДОДАТКИ

Додаток А

**КОДЕКС АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ХЕРСОНСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Я, Пулінець Анастасія Юріївна, учасник(ця) освітнього процесу Херсонського державного університету, **УСВІДОМЛЮЮ**, що академічна доброчесність – це фундаментальна етична цінність усієї академічної спільноти світу.

ЗАЯВЛЯЮ, що у своїй освітній і науковій діяльності **ЗОБОВ'ЯЗУЮСЯ**:

- дотримуватися:
 - вимог законодавства України та внутрішніх нормативних документів університету, зокрема Статуту Університету;
 - принципів та правил академічної доброчесності;
 - нульової толерантності до академічного плагіату;
 - моральних норм та правил етичної поведінки;
 - толерантного ставлення до інших;
 - дотримуватися високого рівня культури спілкування;
- надавати згоду на:
 - безпосередню перевірку курсових, кваліфікаційних робіт тощо на ознаки наявності академічного плагіату за допомогою спеціалізованих програмних продуктів;
 - оброблення, збереження й розміщення кваліфікаційних робіт у відкритому доступі в інституційному репозитарії;
 - використання робіт для перевірки на ознаки наявності академічного плагіату в інших роботах виключно з метою виявлення можливих ознак академічного плагіату;
- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного й підсумкового контролю результатів навчання;
 - надавати достовірну інформацію щодо результатів власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використаних методик досліджень та джерел інформації;
 - не використовувати результати досліджень інших авторів без використання покликань на їхню роботу;
 - своєю діяльністю сприяти збереженню та примноженню традицій університету, формуванню його позитивного іміджу;
 - не чинити правопорушень і не сприяти їхньому скоєнню іншими особами;
 - підтримувати атмосферу довіри, взаємної відповідальності та співпраці в освітньому середовищі;
 - поважати честь, гідність та особисту недоторканність особи, незважаючи на її стать, вік, матеріальний стан, соціальне становище, расову належність, релігійні й політичні переконання;
 - не дискримінувати людей на підставі академічного статусу, а також за національною, расовою, статевою чи іншою належністю;
 - відповідально ставитися до своїх обов'язків, вчасно та сумлінно виконувати необхідні навчальні та науково-дослідницькі завдання;
 - запобігати виникненню у своїй діяльності конфлікту інтересів, зокрема не використовувати службових і родинних зв'язків з метою отримання нечесної переваги в навчальній, науковій і трудовій діяльності;
 - не брати участі в будь-якій діяльності, пов'язаній із обманом, нечесністю, списуванням, фабрикацією;
 - не піддроблювати документи;
 - не поширювати неправдиву та компрометуючу інформацію про інших здобувачів вищої освіти, викладачів і співробітників;
 - не отримувати і не пропонувати винагород за несправедливе отримання будь-яких переваг або здійснення впливу на зміну отриманої академічної оцінки;
 - не залякувати й не проявляти агресії та насильства проти інших, сексуальні домагання;
 - не завдавати шкоди матеріальним цінностям, матеріально-технічній базі університету та особистій власності інших студентів та/або працівників;
 - не використовувати без дозволу ректорату (деканату) символіки університету в заходах, не пов'язаних з діяльністю університету;
 - не здійснювати і не заохочувати будь-яких спроб, спрямованих на те, щоб за допомогою нечесних і негідних методів досягати власних корисних цілей;
 - не завдавати загрози власному здоров'ю або безпеці іншим студентам та/або працівникам.

УСВІДОМЛЮЮ, що відповідно до чинного законодавства у разі недотримання Кодексу академічної доброчесності буду нести академічну та/або інші види відповідальності й до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення принципів академічної доброчесності.

05.05.2020



Анастасія Пулінець

(дата)

(підпис)

(ім'я, прізвище)

